TECNICA

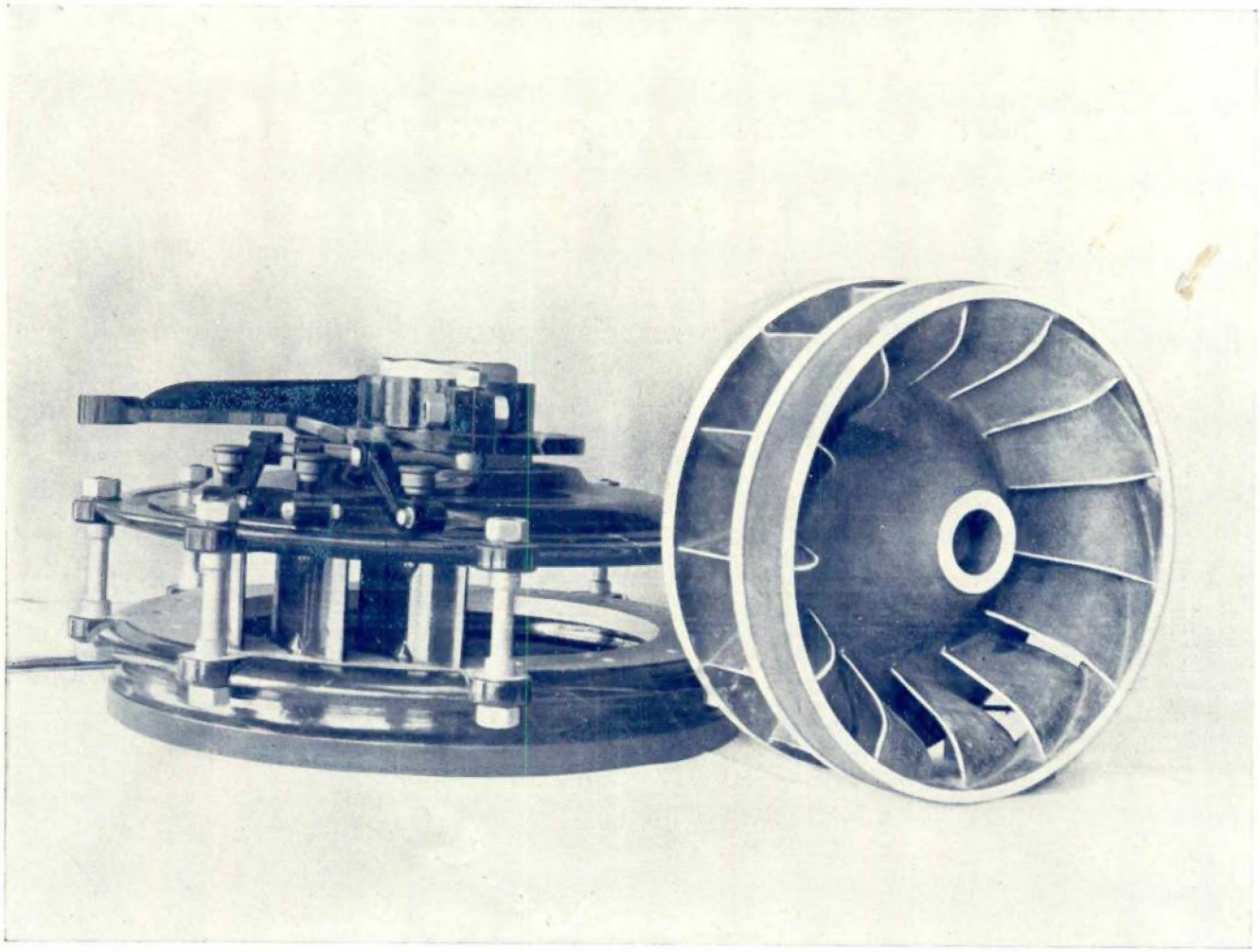
REVISTA DE ENGENHARIA

DOS ALUNOS DO

INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

Instituto Superior Técnico
N.º 861
- BIBLIOTECA -

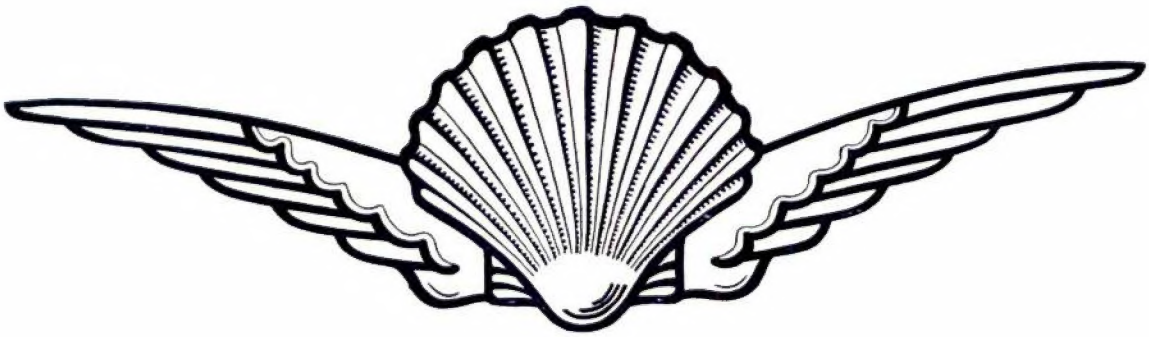
JUNHO, 1932 NUMERO 45



Roda-motriz "Francis" e modêlo de distribuidor duma turbina de ensaios do I. S. T.

AEROSHELL

óleo lubrificante



De dia para dia aumenta a procura do

AEROSHELL

Oleo mineral cientificamente preparado, tendo todas as vantagens sem nenhum dos inconvenientes do óleo vegetal, para os modernos motores de aeroplanos, automóveis e motocicletas.

Para mais informações queira dirigir-se à

SHELL

Company of Portugal, Ld.

RUA DO CRUCIFIXO, 49 — LISBOA

BIBLIOTECA I.S.T.

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

DIRECTOR: PAULO DE BARROS

EDITOR E PROPRIETÁRIO: *Associação dos Estudantes do I. S. T.*

ADMINISTRADOR: MANUEL AMARO VIEIRA

Redacção e Administração
I. S. T. — Rua da Boa Vista, 79
Telefone 2 2111

Ano 1932 **N.º 45**
LISBOA — JUNHO

Composição, Impressão e Gravuras da
BERTRAND (IRMÃOS), LTD.
Trav. Condessa do Rio, 27 — LISBOA

SUMÁRIO

Novo método de cálculo e acêrto dos diagramas no projecto das turbinas mixtas (Francis), pelo Eng. *Manuel P. R da Costa de Barros,* 1.º Assistente do I. S. T. 443

Aspectos da electrificação de Portugal, pelo Eng.º *Ferreira Dias,* prof. do I. S. T. 455

No campo das realidades, por *Furtado Henriques* Eng.º do I. S. T.. 464

Sôbre o ensino tecnico elementar, por *Ferreira de Macedo* 469

Calculo da projecção policónica referente à Colónia de Angola, pelo Eng.º *Henrique O'Donell.* 475

A catástrofe do Vale do Mosa em 1930, pelo Dr. *Manuel de Vasconcelos* 480

Demarcação do fluxo luminoso, ... 481

Notas Bibliográficas 483

Publicações recebidas. 486

Número avulso . . . . . 4$00

ASSINATURAS

Continente ou Ilhas adjacentes:

3 números. . . . . 12$00
6 „ . . . . . 23$00
12 „ . . . . . 44$00

Colónias Portuguesas e Espanha:

6 números. . . . . 30$00
12 „ . . . . . 55$00

Estrangeiro:

6 números. . . . . 40$00
12 „ . . . . . 70$00

DEPOSITÁRIO GERAL: ASSOCIAÇÃO DOS ESTUDANTES DO I. S. T.
RUA DA BOA VISTA, 79 — LISBOA
TELEFONE: 2 2111

União Eléctrica Portuguesa

(S. A. R. L.)

(LINDOSO) R. Duque de Loulé, 240

PORTO

Capital realizado: 40 mil contos

Energia eléctrica proveniente de:

Queda do Lindoso

20.000 HP instalados
20.000 HP em montagem

Central Térmica do Freixo

11.000 HP instalados
11.000 HP em montagem

Facilidades para electrificação de fábricas

Publicidade Técnica

Como os nossos leitores podem apreciar, a **TÉCNICA** tem empregado o melhor do seu esforço para melhorar não só o texto, como a secção dos anúncios.

A publicidade técnica está hoje bastante desenvolvida, constituindo por assim dizer, uma ciência, com as suas escolas, seus métodos, principios, etc.

Estimaremos que as nossas firmas industriais, compreendam o importante papel da verdadeire publicidade, encarregando-nos dos seus anúncios.

A **TÉCNICA** executa todos os trabalhos de publicidade.

"Como quereis que o mundo saiba que tens alguma cousa boa para vender se tu não anuncias?"

(Vanderbilt).

Duarte Ferreira & Filhos

Engenheiros construtores

TRAMAGAL

Máquinas agricolas e industriais. A mais importante fábrica no país
Fundição de Ferro, Aço e outros metais.
Trabalhos de mecânica em geral.

Importadores de

Motores *Lister* e *National*, bombas centrífugas *Rateau*, Debulhadoras *Marshall*, Tractores *Case*, Ceifeiras *Johnson*, Charruas *Melotti*.

Filial em Lisboa

Avenida Presidente Wilson, 17-25

TEL. 2 3271

F. J. SOARES MENDES

Fundição de aço, ferro e outros metais

Serralharia mecânica e civil

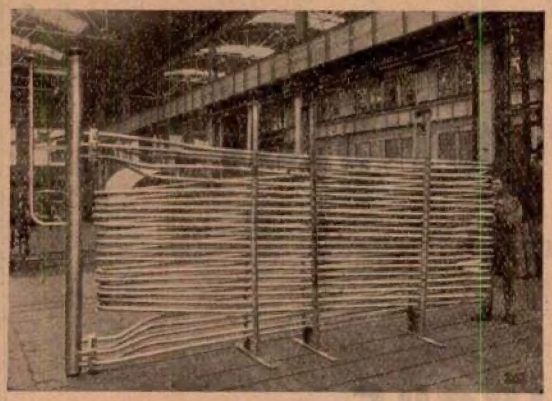
Rossio de Abrantes

Construção e montagem de lagares de azeite pelos processos mais modernos

Consultem os meus preços

Enviam-se plantas e orçamentos

Material em aço vasado e em ferro



Serpentina de refrigeração para uma pressão de serviço de 25 atm., feita de aço inoxidável, marca V2A.

OS AÇOS inoxidáveis

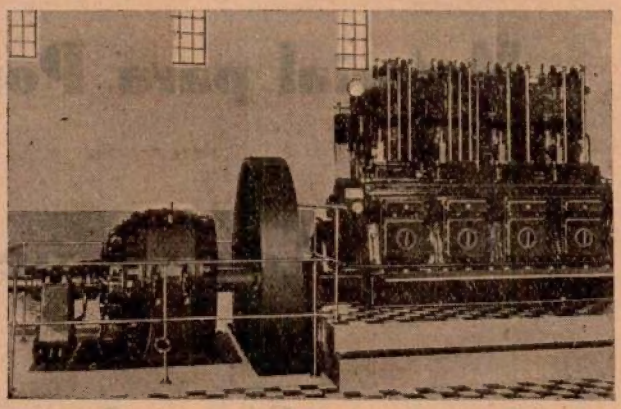
KRUPP

teem, como todos os aços KRUPP, fama mundial, e isto devido à sua alta resistência química em conjunto com optimas qualidades mecânicas. As marcas V2A são absolutamente inoxidáveis e resistem também à acção de muitos ácidos e outros produtos químicos. Êles são vantajosamente empregados em aparelhos, depósitos, encanamentos de cerveja, leite, líquidos corrosivos, etc., bem como para a confecção de instrumentos cirúrgicos, válvulas e outras peças que devem ser protegidas contra corrosão

AGENCIA KRUPP, Cudell & Weltzien, Ltd.

LISBOA — RUA DE S. PAULO, 117-121

MOTORES DIESEL



KRUPP

são da máxima confiança

Os motores KRUPP representam:
Segurança, Economia e Duração

Motor Diesel KRUPP instalado numa Central eléctrica, directamente acoplado a um dinamo

Muitos motores Diesel KRUPP encontram se instalados no país para accionar geradores de corrente, para fins industriais, para propulsar navios, etc. e são bem louvados pelos seus proprietários.

AGENCIA KRUPP, Cudell & Weltzien, Ltd.

LISBOA — RUA DE S. PAULO, 117-121

TELEFONE: **2 3938** TELEGRAMAS: **KRUPPAGENT**

Sampaio Baptista, L.da

Engenheiros

Electricidade

C. G. E.

Ascensores

OTIS

Material para Portos, Estradas,

Construções Civis

e Caminhos de Ferro

Séde: LISBOA

RUA DOS CORREEIROS, 113, 1.º

Tele { fóne: 2 7310
gramas: TREBLA

Sundstrand

maquina de somar
e de contabilidade

AGENTES:

LISBOA:
Dunkel & Antunes Lda
Rua Augusta 56
Telefone 2 4251

PORTO:
Carlos Dunkel
R. Sá da Bandeira 62
Telefone 1013

É o único

papel heliográfico

de revelação a sêco

(patente registada em todos os paizes)

A rapidez com que se generalisou o seu emprêgo deve-se ás seguintes vantagens reconhecidas:

Obtenção de provas positivas de traços pretos, azues ou castanhos sobre fundo claro, por um preço tão vantajoso que já não é necessário recorrer, por motivo económico, ao papel Marion.

Tempo de exposição egual ao papel Marion, ou seja 1/6 a 1/8 do que exigia o antigo papel positivo.

Boas qualidades de conservação, tanto do papel virgem como das provas. Não se torna quebradiço com o tempo, um dos motivos porque o papel "OZALID„ é preferido pelas Repartições Públicas.

Não ha deformação do papel, sempre inevitável com a revelação húmida, conservando-se portanto as provas geométricamente iguais ao original.

Revelação a sêco, com amoníaco de 15 a 25 %, fazendo-se uso de uma caixa de fácil construção onde cabe uma quantidade de rolos que podem ser revelados ao mesmo tempo, em poucos minutos é o que há de mais simples. A pedido fornecemos estas caixas, racionalmente construidas em madeira contrafiada.

As provas tiradas em papel "OZALID„ distinguem-se por:

resistirem à acção da cal ou cimento (importante em obras de construção)
resistirem à acção da água de sabão (importante para serralherias)
resistirem à acção dos ácidos e vapores ácidos
resistirem à acção de gotas de água

No próprio interêsse de V. Sra. aconselhamos-lhe uma experiência. Peça uma demonstração GRATUITA e absolutamente sem compromisso para V. Sra.

Unicos fabricantes:

Kalle & Co. Aktiengesellschaft
Wiesbaden-Biebrich

DEPOSITÁRIOS: Em Lisboa—**PAPELARIA FERNANDES,** R. do Rato, 23 a 35 e R. do Ouro, 145 a 149
No Porto — **NIEPOORT, & Co.,** Rua S. Francisco, 23

LEITURA Requer uma bôa iluminação

As lampadas PHILIPS proporcionam uma luz clara, dôce e agradavel tornando a leitura num verdadeiro prazer.

Ao comprar lampadas exijam sempre a marca PHILIPS

A lampada de garantia

PHILIPS

Sociedade Comercial Philips Portuguesa

Avenida da Liberdade, 3

LISBOA

SECIL

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO

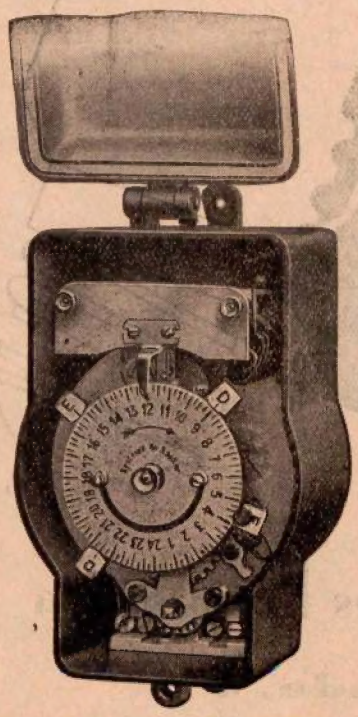
FÁBRICA EM OUTÃO—SETUBAL

Para trabalhos hidráulicos e de responsabilidade deve ser preferido o

CIMENTO SECIL

já empregado nos actuais trabalhos do porto de Setubal e doutros portos

Delegação: Rua do Alecrim, 45 — Telefónes 2 8201 + 2 PBX



Iluminação automática de vitrines

Por meio de conjuntores-disjuntores horários, tipo S com corda manual para uma duração de marcha de 18 dias.

Pedir preços e impressos de propaganda à casa

Fr. Sauter S. A.

Bâle (Suissa)

Representante: **Edouard Dalphin,** Engenheiro

RUA PASSOS MANUEL, 191-2.º — **PORTO**

TECNICA

PAULO DE BARROS
DIRECTOR

Junho de 1932 Número 45

Novo método de cálculo e acêrto dos diagramas no projecto das turbinas mixtas (Francis)

Ao publicar êste trabalho, não temos a pretensão de apresentar ideias novas sôbre a teoria das turbinas.

Dentro dos princípios da teoria clássica, e modificando a forma de relacionar as conclusões dêsses princípios, chegamos a uma orientação de cálculo, por meio da qual se dá solução rápida e segura ao problema do estudo e acêrto dos diagramas que traduzem e permitem prever as condições de funcionamento dêste género de máquinas.

No estudo duma turbina, qualquer que seja o seu tipo, deve atender-se, logo de início, à necessidade de impôr as condições mais favoráveis ao escoamento da água na região de saída da roda, em virtude da influência decisiva que o modo como a corrente é conduzida, ao abandonar os canais, exerce sôbre o rendimento hidráulico da turbina.

Êsse estudo, quando se trata dos modernos sistemas de rodas mixtas e derivados, baseia-se no dos casos hipotéticos de turbinas elementares semelhantes, em que a altura dos canais, por muito pequena, permite atribuir a mesma velocidade periférica e as mesmas condições de escoamento a todos os pontos da aresta de saída das pás e correspondentes filêtes de água.

Mas, antes de considerar a turbina hipotética de configuração semelhante à dos casos riais, imagine-se o exemplo mais simples duma roda elementar constituída por canais, cujas linhas médias pertencem à superfície dum cone de vértice no eixo da turbina, *fig. 1, a.*

Neste caso, para obter a forma dos canais da roda, basta tratar o problema do traçado das pás que os limitam, sôbre o sector plano que resulta do desenvolvimento do referido cone: as extremidades dos perfís das pás tomam nêsse traçado, a orientação definida pelos mesmos ângulos β_1 e β_2 que as velocidades relativas W_1 e W_2 da água para com a roda, à entrada e à saída, formam com a direcção comum das velocidades periféricas u_1 e u_2 no diagrama, prèviamente estabelecido, *fig. 2.*

Com esta representação de grandezas, fica estabelecida a convenção de referir os índices *1* e *2*, que tanto afectam os vectores que representam as velocidades como os ângulos que êles formam entre si, respectivamente, à secção de entrada e de saída do órgão móvel; a velocidade absoluta da água *C*, resultante das anteriores, será, portanto, para essas regiões, C_1 (W_1, u_1) e C_2 $(W_2\ u_2)$ — e α_1 e α_2 os respectivos ângulos de inclinação sôbre a direcção periférica.

Convenciona-se, finalmente, referir o índice *o* à saída do distribuïdor.

A projecção em planta, que constituirá, posteriormente, a base de todo o trabalho de execução, e na qual se condensa, portanto, a finalidade de todo o projecto, obtem-se combinando em seguida os perfís assim estudados no desenvolvimento, com a representação das pás no alçado, mediante a seguinte regra de simples geometria descritiva:

«Os comprimentos que no desenvolvimento se medem no sentido radial e no sentido circular, conservam o seu valor, respectivamente, no alçado e na planta» — regra que se pode ver aplicada na figura.

Se, porém, na roda elementar, as moléculas de água se deslocam sôbre uma superfície de revolução de geratriz curva, *fig. 1, b,* como essa superfície já não é planificável, resolve-se o problema, substituindo o perfil das pás por linhas tanto quanto possível iguais, pertencendo por elementos sucessivos a superfícies cónicas de vértice no eixo da

turbina, e tangentes aos filêtes médios em pontos escalonados da saída para a entrada da roda.

Em geral, bastam dois pontos nas regiões extremas. Para não alongar estas considerações, acrescente-se apenas a tal respeito, que no caso duma turbina elementar caracterizadamente mixta, o cone relativo ao ponto de montante se confunde com um plano transversal, sendo então suficiente, para obter a

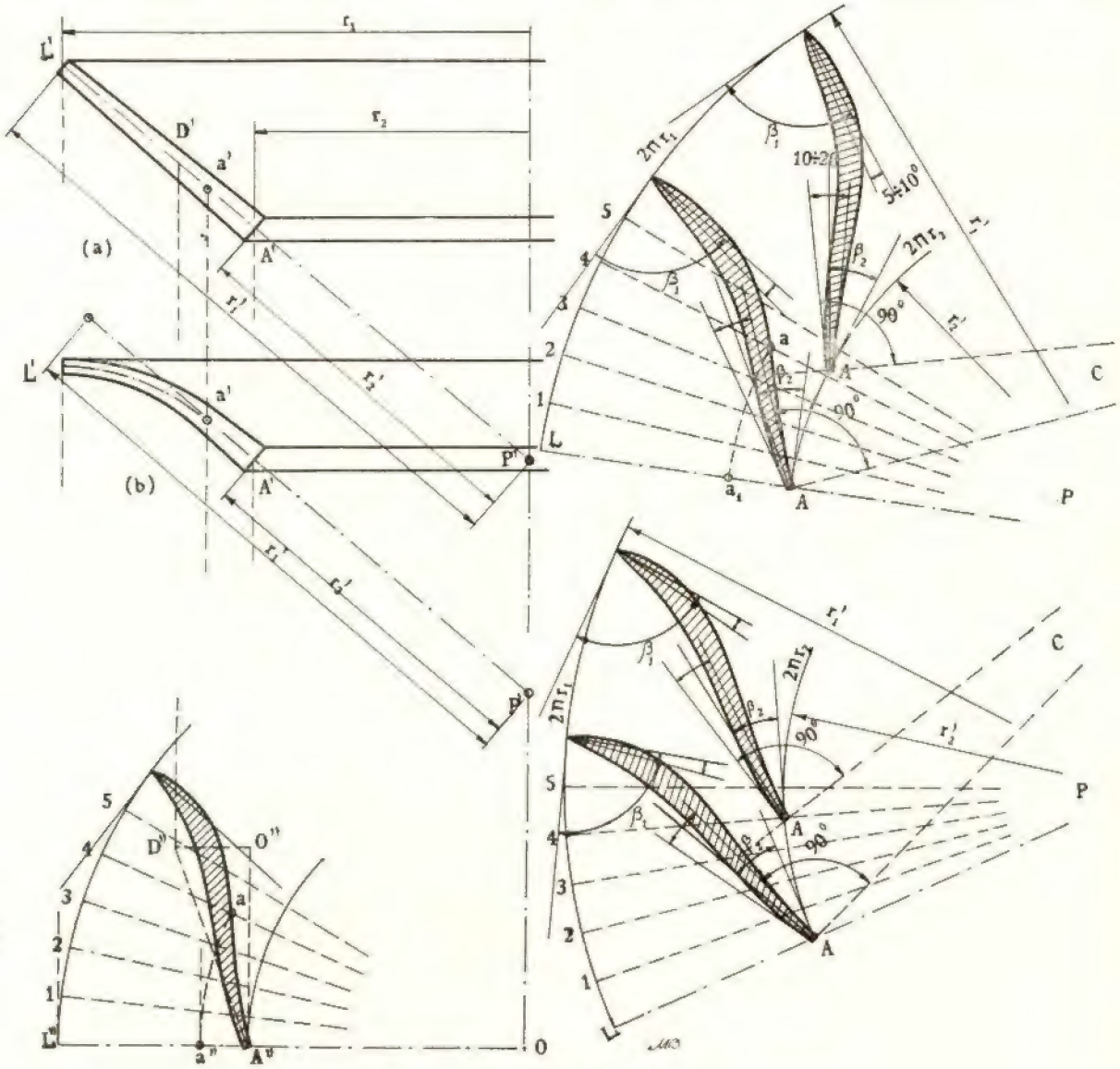


Fig. 1

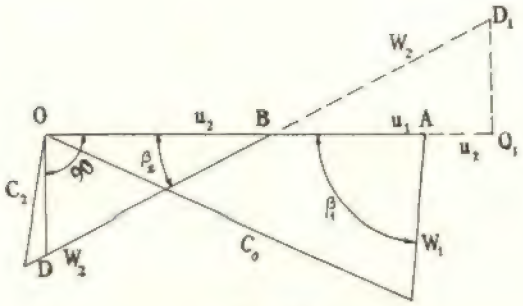


Fig. 2

planta, conjugar directamente a representação no plano desta com um desenvolvimento apenas — o do cone tangente às linhas médias na região da saída.

Nos casos derivados do sistema mixto, também, por via de regra, se procede do mesmo modo, mas agora devido a que as linhas médias, pela sua reduzida extensão e suave curvatura, permitem uma representação suficientemente aproximada na planificação do referido cone.

Quando se trata dos casos riais, corrigem-

-se depois as projecções das linhas médias, recorrendo a cortes auxiliares, efectuados nas superfícies das pás por planos axiais e transversais.

Mas antes de entrar no estudo dêsses casos, é conveniente apresentar ainda algumas notas acêrca da constituïção especial dos vários tipos de rodas e da mútua correspondência de forma que entre êles existe.

O sistema Francis, em que a entrada da água na roda se faz por planos normais ao veio e a saída é sensìvelmente axial, compreende, como se sabe, os tipos de turbina estreita ou de marcha lenta, de turbina normal e de turbina larga ou de marcha rápida, cujas rodas a *fig. 3* refere ao mesmo diâmetro D_s da secção de saída, com o fim de mostrar mais claramente a variação relativa do diâmetro D_1 das arestas de entrada, que caracteriza êsses três tipos.

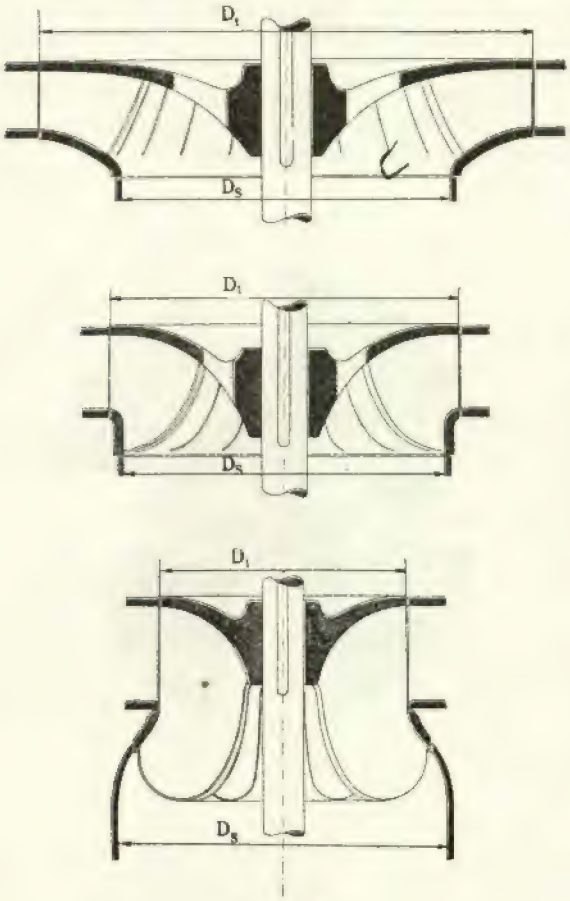


Fig. 3

Esta evolução de forma, imposta pela necessidade de aumentar o número *(n)* de rotações, tornando a turbina aplicável aos casos práticos de alturas de queda *(H)* sucessivamente mais reduzidas e caudais *(Q)* mais abundantes, obedece às indicações das fórmulas gerais

$$Q = \frac{\pi D_s^2}{4} C_s \sqrt{2 g H}$$

$$\pi D_1 n = 60 u_1 \sqrt{2 g H}$$

em que C_s representa o valor específico médio e meridiano (projecção sôbre um plano axial) da velocidade absoluta da corrente à saída da roda.

Posteriormente — mas fora já do sistema caracterizadamente mixto, no qual as arestas de entrada são sempre paralelas ao veio — a evolução continuou, fazendo intervir modificações mais radicais, como meio de dar solução apropriada ao problema, cada vez mais instante, de aproveitar as baixas quedas que já não comportam, por insuficiente, a própria turbina Francis larga.

Mas desta vez, a diminuïção do diâmetro D_1, requerida pelo aumento do número de rotações, só se pôde conseguir inclinando aquelas arestas, por efeito de cortes oblíquos e sucessivamente mais reentrantes, efectuados nas pás, a partir da periferia, e prescindindo ao mesmo tempo de uma condução exactíssima da água no trajecto através dos canais. Da turbina Francis larga deriva, dêste modo, o tipo das chamadas turbinas mixtas de transição, que confinam, num grau imediato da escala evolutiva, com a turbina hélico-mixta, do sistema Dubs, na qual se nota já uma flagrante analogia de forma entre as arestas de entrada e as arestas de saída, *fig. 4*.

Para as primeiras destas arestas passou a ser necessário considerar, do mesmo modo que para as segundas, um diâmetro médio D_{1m}, cuja determinação dificulta o estudo da roda, e no cálculo, à medida que se ia perdendo a condução forçada, teve que pôr-se de lado a pretensão de basear êsse estudo exclusivamente sôbre a teoria, para fazer intervir dados obtidos por ensaios com rodas modêlos.

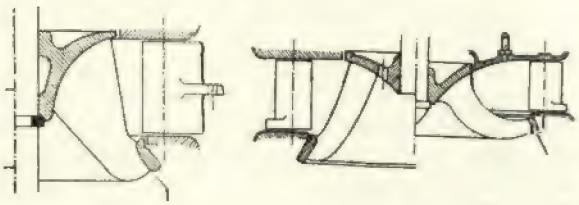


Fig. 4

No prosseguimento da evolução das turbinas, diga-se ainda, efectuado sempre no sentido de obter velocidades crescentes e uma perfeita adaptação do modo de funcionamento das rodas às exigências das mínimas quedas e máximos caudais, chega-se por fim aos tipos mais modernos de rodas de pás em hélice e de rodas Kaplan (hélices móveis), que pertencem já a uma categoria diferente da dos casos anteriores: à categoria

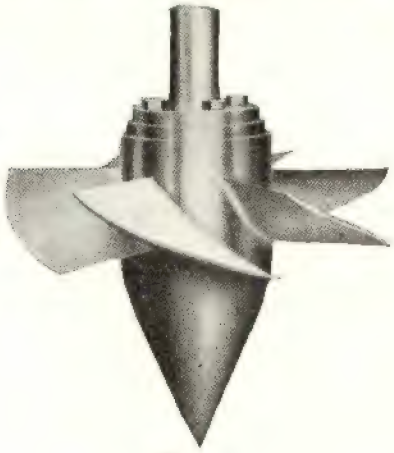


Fig. 5

da corrente, surgem concepções inteiramente novas ,como a que põe por completo de parte o antigo conceito da condução forçada da água através dos canais da roda.

A vantagem desta importante transformação salta à vista, lembrando que naquela condução, as velocidades relativas, tanto de entrada como de saída, originadas pela elevada velocidade tangencial específica a que deu lugar a redução do diâmetro das arestas de entrada, provocam perdas por atrito tão consideráveis que o rendimento hidráulico diminui notàvelmente.

Êste inconveniente remedeia-se diminuindo o perímetro molhado dos canais, e para o conseguir empregam-se poucas pás de pequena extensão, que em seguida se trabalham a fim de alisar as suas superfícies. É o que se verifica nas turbinas hélico axiais.

O carácter celular desaparece, e as pás deixam já de constituír paredes de canais, para formarem simples superfícies de desvio no movimento da água que circula pelo espaço da roda.

Na constituïção desta pode entrar um número mínimo de duas pás, semelhantes, no aspecto, às pás do aeroplano.

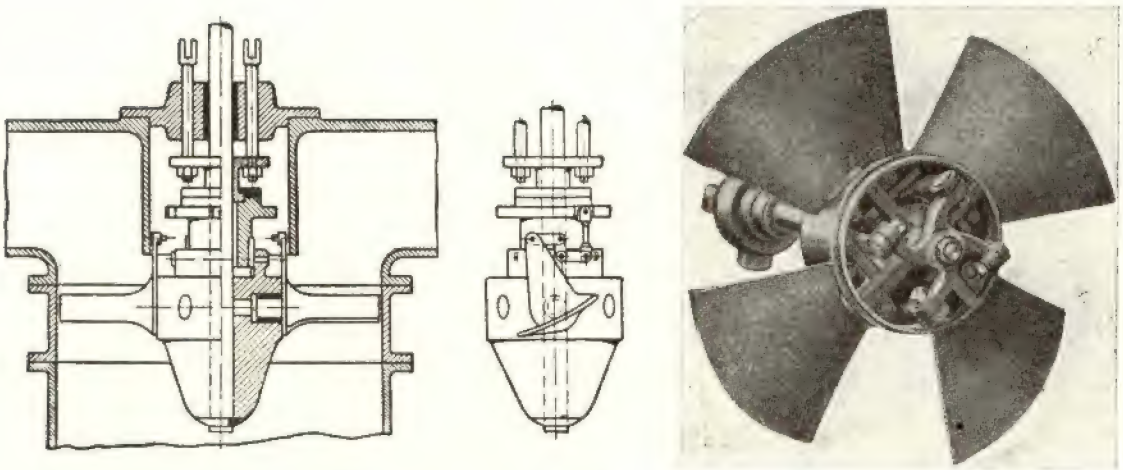


Fig. 6

das turbinas axiais, tornadas dêste modo hélico-axiais.

O movimento das partículas de água através da roda faz-se segundo hélices cilíndricas, ficando as arestas de entrada e de saída situadas, aproximadamente, em planos normais ao veio, *fig. 5 e 6*.

Reedita-se assim, de certo modo, uma categoria antiga de turbinas, mas nesta reedição, que apenas diz respeito à direcção geral

Mas a semelhança entre os dois propulsores não é simplesmente de aspecto: vai mais longe, devido a que as leis aérodinâmicas da acção duma corrente de ar sôbre uma superfície que a desvia podem aplicar-se aos casos análogos da hidrodinâmica.

Com a criação dêstes sistemas, por sinal muito recente, conseguiu-se o último têrmo duma larga escala, cuja interessante evolução dificilmente encontrará similar no de-

senvolvimento de qualquer outra máquina motôra. Mas entenda-se: quando se diz último têrmo, não se quer de modo algum significar que a evolução não continue; pretende-se pôr em evidência que essa escala, que abrange no extrêmo oposto a Roda Pelton, só depois da realização de Kaplan ficou devidamente completa, como conjunto de sistemas inteiramente apto a promover tôda a sorte de aproveitamentos, sejam quais fôrem as suas condições: — quer se trate de alturas de muitas centenas ou de simples fracções de metro.

* * *

No estudo dos casos verdadeiros, a altura dos canais à entrada do órgão móvel, tem como conseqüência dar às arestas de saída um desenvolvimento radial que já não permite considerar, como nos casos hipotéticos anteriormente apresentados, as mesmas condições de escoamento para os diferentes filêtes de água que atravessam a roda

Mas, recorrendo a êsses casos, é possível resolver o problema. Considera-se a turbina que se pretende estudar, dividida em turbinas elementares de altura de canais tão reduzida, que permita considerar a mesma velocidade periférica e as mesmas condições de escoamento em todos os pontos da aresta de saída de cada uma delas.

Substitui-se por esta forma à turbina dada, uma série de turbinas parciais que tornam possível o estudo daquela, pela aplicação dos mesmos processos apresentados para os casos hipotéticos.

Mas nessa divisão, para que a marcha da corrente se não altere, é necessário que as geratrizes das superfícies de revolução que a efectuam, se confundam com projecções circulares de filêtes de água, como se pode vêr na *fig. 10*, que representa uma roda em meio-corte axial, com as pás em projecção circular, na qual se traçaram as linhas $l_{1,2}$ e $l_{2,3}$ como geratrizes de superfícies que neste caso constituem três turbinas parciais hipotéticas.

O fraccionamento em turbinas elementares, não oferecendo dificuldades à entrada da roda, no caso do sistema Francis [1] que particularmente se considera, é bastante tra-

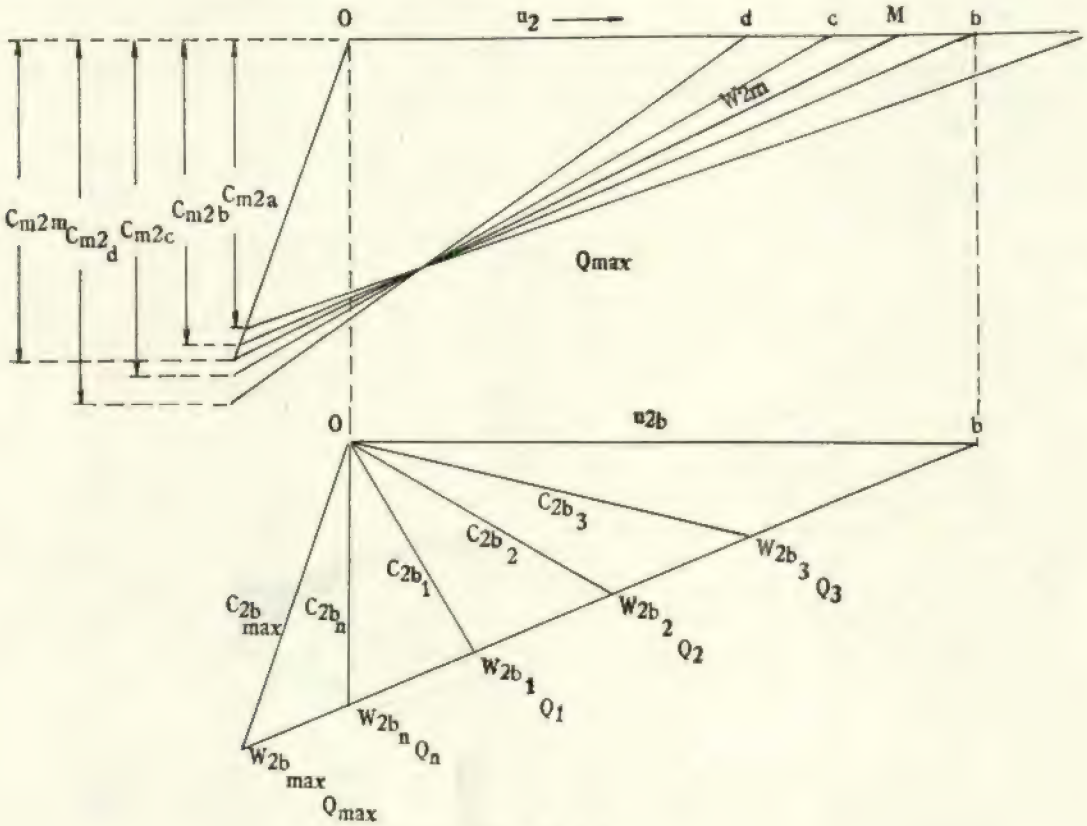


Fig. 7 e 8

[1] Nos casos derivados do sistema Francis aplica-se igualmente o que se segue às arestas de entrada.

balhoso ao longo da aresta de saída, por ser variável ao longo desta aresta a velocidade periférica da roda: — o que, junto a imposições de ordem construtiva, tendentes a igualar tanto quanto possível a largura dos canais, determina a variação simultânea da velocidade meridiana de escoamento da água que intervém na determinação dos caudais parciais, obrigados, no seu conjunto, a perfazer, rigorosamente, o caudal do problema.

É acêrca dos diagramas, de cujo estudo depende essa determinação, que pretendemos fazer agora mais detalhadas considerações.

Diagramas parciais. Ponto médio e diagramas médios de saída para os vários caudais que atravessam a roda.

Devido ao desenvolvimento radial das pás, sucede que para cada um dos caudais a escoar pela turbina, conforme o regime de carga, há tantos diagramas de saída — ou *diagramas parciais* — quantos os pontos da aresta de juzante das pás, *fig. 7;*
por outro lado, para cada um dêsses pontos, contam-se os diagramas de saída pelo número de caudais que têm por limite o caudal máximo da turbina, *fig. 8.*

Ora, como para estudar devidamente a roda, não é admissível que se exclua dêsse estudo a variação dos débitos, imposta pela condição de dar à turbina a regulação indispensável, remove-se a dificuldade que provém daquela dupla variação, fazendo corresponder a cada caudal um só diagrama, que será o *diagrama médio de saída* para o caudal considerado.

Êstes diagramas dizem respeito, necessàriamente, a um ponto da aresta de juzante das pás ,a que se convenciona chamar *ponto médio* e que se representa pela letra *M*.

Às convenções anteriores, acrescenta-se agora a de afectar o índice dos valores médios com a letra *m*, escrita depois do número 2, que representa, segundo aquelas convenções, a saída da roda [1].

Mas, para que seja possível substituir os diagramas parciais por um diagrama único, sem alterar o escoamento, é necessário que o caudal que se considera não varie quando se substituem as velocidades absolutas meridianas de saída C_{m2a}, C_{m2b}... correspondentes a vários pontos distribuídos ao longo de tôda a aresta, pela velocidade absoluta meridiana C_{m2m}, correspondente ao ponto *M*, *fig 9.*

[1] Os sistemas derivados da roda Francis têm também um ponto médio nas arestas de entrada, e para êles haverá, anàlogamente, valores médios de entrada, em cujos indices se acrescenta a letra *m* ao número *1*.

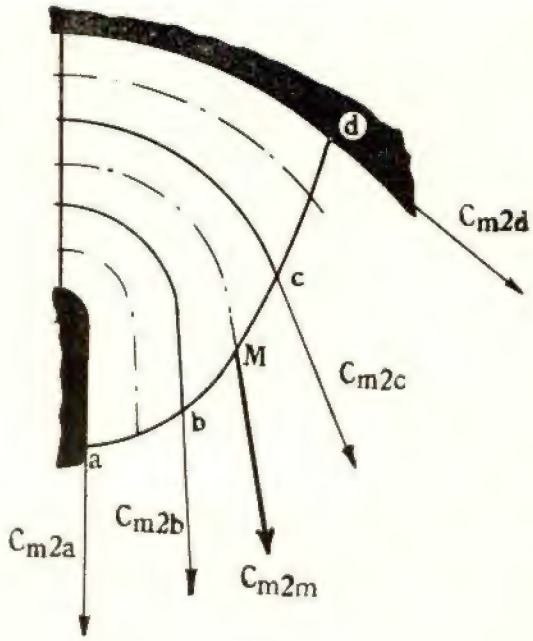


Fig. 9

É o que se traduz, analìticamente, pela expressão

$$(1)\quad \Sigma\, \pi\, D_{2xy}\, b_{2xy}\, C_{m2xy} \sqrt{2gH}\, \frac{t_2 - \triangle_2}{t_2} = C_{m2m}\, \Sigma\, \pi\, D_{2xy}\, b_{2xy} \sqrt{2gH}\, \frac{t_2 - \triangle_2}{t_2}$$

em que x e y representam os pontos de intersecção da aresta de saída com as linhas que no alçado limitam as sucessivas turbi-

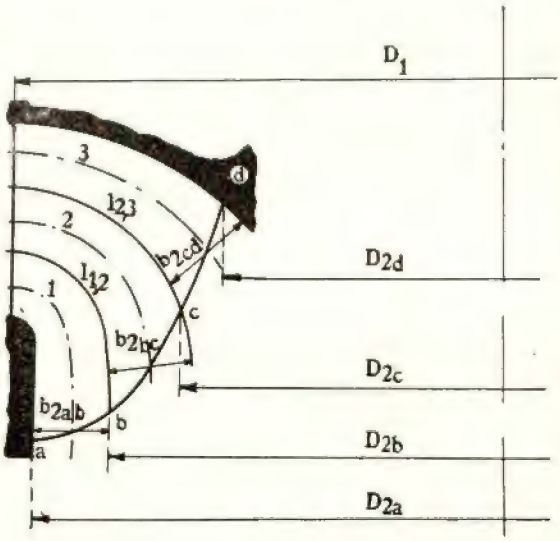


Fig. 10

nas parciais, e que no exemplo considerado, *fig. 10*, são sucessivamente os pontos *a* e *b*, *b e c e c e d*.

Os diâmetros D_{2x} e D_{2y} das circunferências percorridas pelos pontos *x* e *y*, que dão por semi-soma o factor D_{2xy}, medem-se no desenho, efectuado como esbôço, bem como a largura b_{2xy}, que se toma, em cada turbina parcial, perpendicularmente ao respectivo filête médio, para o qual se adopta, com suficiente grau de rigor, a velocidade absoluta meridiana $C_{m2xy} = \frac{C_{m2x} + C_{m2y}}{2}$.

Finalmente, o factor de correcção, que traduz a influência da espessura terminal das pás $\triangle_2$ sôbre a área das secções de passagem da água, fixa-se entre os limites fornecidos pela experiência, sendo em geral

$$\frac{t_2}{t_2 - \triangle_2} = 1{,}07 - 1{,}3.$$

O problema pôsto por esta forma, permite determinar a grandeza definitiva dum primeiro elemento para a construção dos diagramas.

Com efeito, para cada caudal, fica a roda obrigada, tal como foi esboçada no alçado, a certas velocidades meridianas ao longo da aresta de saída, e, portanto, a um certo valor médio das mesmas velocidades.

Como o caudal máximo é dado, ou se deduz do que é proposto, bastará então aplicar a expressão :

$$Q_{max} = C_{m2m\,max} \; \Sigma \, \pi \, D_{2xy} \, b_{2xy} \sqrt{2gH} \; \frac{t_2 - \triangle_2}{t_2} \quad (2)$$ [1]

para se ficar conhecendo a grandeza de $C_{m2m\,max}$ — valor médio da velocidade absoluta meridiana de saída para o referido caudal.

Uma tal orientação de cálculo admite, como possível, qualquer alçado satisfatòriamente estabelecido em esboço, de harmonia com as dimensões gerais da roda, e aplica-se a todos os tipos de turbinas.

Importa, todavia, que o alçado definitivo conduza ao melhor valor do rendimento hidráulico: $\eta_h = 1 - C_2^2 - C_r^2 - W_s^2$, em que C_2 representa a velocidade absoluta de saída, W_s a velocidade de choque dos filêtes de água à entrada da roda e Cr^2 a percentagem das restantes perdas hidráulicas.

Tratando-se de turbinas normais e mesmo das estreitas, *fig. 11*, leva-se a grandeza de $C_{m2m\,max.}$, assim calculada, a coïncidir com o valor que se refere à secção de saída dos canais e que se obtem por interpolação ao longo do filête médio (filete do ponto M) entre $C_{mo\,max.}$ e C_s, e em seguida alterado na relação de $\frac{t_2}{t_2 - \triangle_2}$.

Nas turbinas largas, *fig. 12*, não é possível evitar o estreitamento dos canais a que obriga a configuração própria da roda, e nêste caso, a velocidade meridiana aumenta desde $C_{mo\,max.}$, para diminuir depois da secção mais reduzida até ao valor de C_s.

Em geral, nestas turbinas, o primeiro esboço conduz a um valor de $C_{m2m\,max.}$ que não deixa de ser exagerado, mas que se poderá melhorar deslocando a aresta de saída para juzante, sem com isso pretender impôr a essa velocidade o valor $C_s \frac{t_2}{t_2 - \triangle_2}$, como alguns autores preceituam.

É que êsse deslocamento, se por um lado favorece as condições de saída, agrava por outro, as perdas por atrito, e duma maneira sensível, visto que qualquer pequena variação meridiana da posição da aresta nêsse sentido, alonga consideràvelmente os percursos da água na região dos canais em que a

---

[1] Esta expressão atende à verdadeira relação de grandeza que existe, em qualquer caso da prática, entre $C_{m2m\,max.}$ e C_s.

Deve observar-se, a êste respeito, que não é exacto o critério dos autores que tratam o assunto quando escrevem simplesmente, para todos os casos:

$$C_{m2m\,max.} = C_s \frac{t_2}{t_2 - \triangle_2}$$

visto que deixam de atender à diferença que possa existir entre a secção da roda à saída dos canais e a secção de entrada do difusor independentemente da influência da espessura terminal das pás.

Por efeito dessa diferença, como único factor em jôgo, seria em virtude da lei da continuïdade:

$$C_{m2m\,max.} = C_s \frac{\frac{\pi D_s^2}{4}}{\Sigma \, \pi \, D_{2xy} \, b_{2xy}}$$

e, portanto, no caso real

$$C_{m2m\,max.} = C_s \frac{\frac{\pi D_s^2}{4}}{\Sigma \, \pi \, D_{2xy} \, b_{2xy}} \cdot \frac{t_2}{t_2 - \triangle_2}$$

donde a relação 2, visto ser $Q_{max.} = C_s \frac{\pi D_s^2}{4} \sqrt{2gH}$.

velocidade relativa W atinge, precisamente, os maiores valores.

Quanto à direcção de $C_{2m\,max.}$ (1) é necessário atender, no critério que se adopte para a fixar, a que o mínimo de perdas à saída da roda se verifica para um α_2 compreendido entre 90° e $90 - \beta_2$.

Arbitra-se ao ponto médio uma primeira posição, podendo para isso recorrer-se à seguinte referência de valores

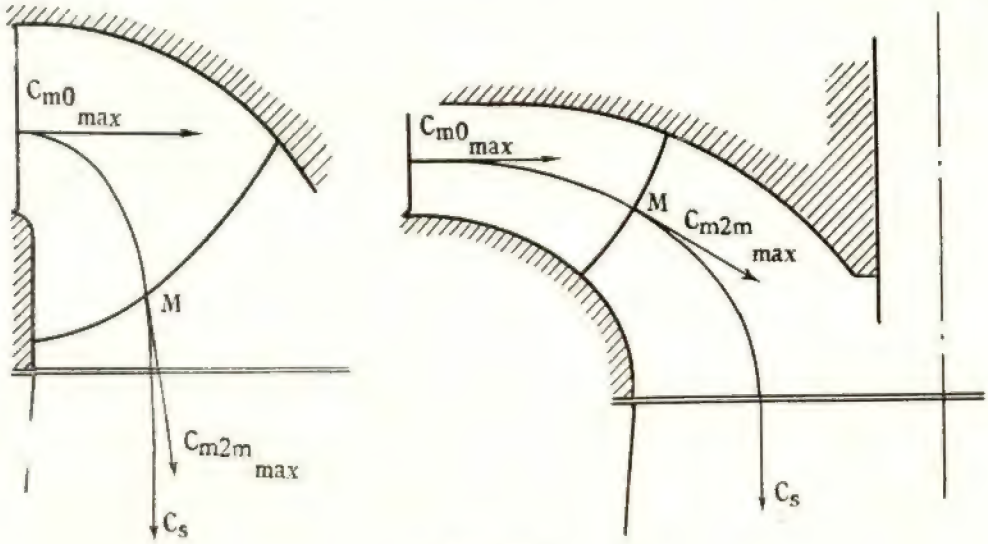


Fig. 11

Se a turbina é especialmente destinada a trabalhar em carga máxima, dá-se àquele vector a direcção normal à recta dos $u\ u$.

Mas se, como mais vulgarmente sucede, a turbina tem de suportar sensíveis variações de carga, é necessário que ela possa manter um rendimento elevado numa zona relativamente extensa da regulação, e neste caso faz-se $\alpha_{2m\,max.} > 90°$, e tanto maior quanto mais baixa fôr a carga habitual de serviço em relação à carga máxima.

Em geral: $\alpha_{2m\,max.} = 105 - 115°$.

Com o valor arbitrado a êste ângulo fica definido o vector $C_{2m\,max.}$. Mas a partir dêste momento, só por tentativas é possível continuar o estudo do diagrama, em cuja constituïção imediata, além do vector definitivo (1) que se acaba de determinar, entra a velocidade periférica u_{2m} do ponto M, de posição desconhecida, e o vector $W_{2m\,max.}$ — valor médio da velocidade relativa de saída para o caudal máximo.

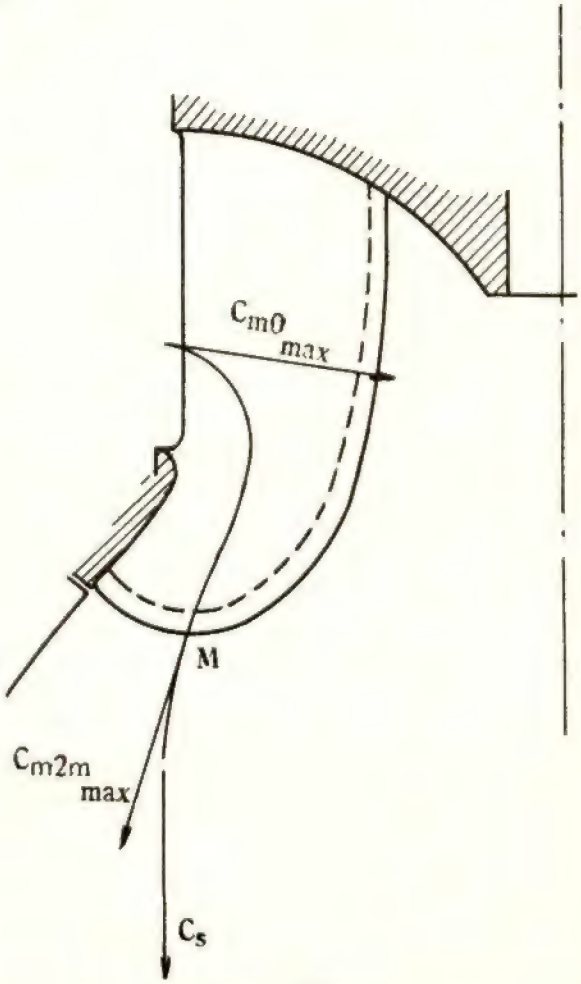


Fig. 12

(1) Pelas convenções adoptadas, $C_{m0\,max.}$ é a velocidade absoluta meridiana, à saida do distribuïdor, para o caudal máximo.

$D_{2m} \approx D_s$ turbinas estreitas

$D_{2m} \approx {}^3/_4\, D_s$ turbinas normais

$D_{2m} \approx {}^1/^2\, D_s$ turbinas largas, mixtas de transição e helico-mixtas,

que se apresenta a título de simples indicação para o caso de uma aresta de saída bem localizada, e calcula-se a velocidade periférica dêsse ponto, na posição assim arbitrada, pela relação de proporcionalidade

$$u_{2m} = u_1 \frac{D_{2m}}{D_1}$$

em que u_1 e D_1 são conhecidos pelo cálculo das dimensões gerais da roda. Fecha-se em seguida o triângulo das velocidades (periférica, absoluta e relativa) com o vector $W_{2m\,max.}$, que só excepcionalmente será o verdadeiro.

Mas o ter-se definido êste vector em grandeza e direcção, permite verificar se realmente o diagrama obtido representa a média de todos os diagramas parciais para o caudal máximo.

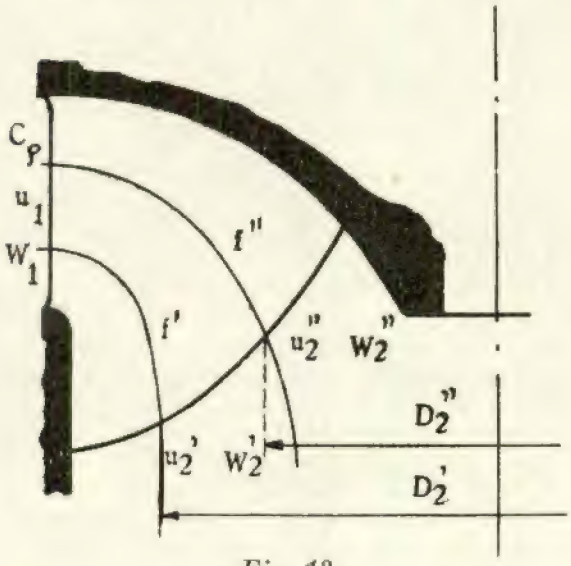


Fig. 13

É que êstes diagramas, cujo conhecimento é indispensável para poder proceder a essa verificação, têm uma contrução possível, visto que definida para um caudal, uma velocidade relativa de saída, tôdas as restantes velocidades relativas para êsse caudal se podem determinar, tanto em grandeza como em direcção.

Em *grandeza*, com efeito, porque as condições de escoamento de dois filêtes de água quaisquer se relacionam entre si por um princípio geral das rodas mixtas que fàcilmente se deduz, aplicando a êsses dois filêtes *f'* e *f''*, *fig. 13*, a primeira equação fundamental da teoria das turbinas

$$W'^2_2 = W'^2_1 + C'^2_\rho + u'^2_2 - u'^2_1$$
$$W''^2_2 = W''^2_1 + C''^2_\rho + u''^2_2 - u''^2_1$$

em que C_ρ é o grau de reacção. (¹)

Admitindo a mesma pressão e velocidade em todos os pontos do intervalo entre o distribuidor e a roda, e supondo que êste é atravessado pela água sob um ângulo constante e sem choques, isto é, que:

$$W'_1 = W''_1 \qquad C'_\rho = C''_\rho$$

vem, visto ser ainda $u'_1 = u''_1$:

$$W'^2_2 = W''^2_2 + u'^2_2 - u''^2_2$$

Quanto à *direcção* das velocidades relativas, deve atender-se a que a pá da turbina não deixe de apresentar faces contínuas e regulares depois de formada pela união das sucessivas fracções que correspondem às turbinas componentes.

Hidràulicamente, seria vantajoso obrigar os vértices dessas velocidades a coïncidir com um ponto da vertical da origem do diagrama, para que dêste modo a velocidade absoluta viesse a possuir a direcção axial e a mesma grandeza ao longo da aresta de saída.

Mas êste critério, que apenas beneficiaria um caudal, sem aproveitar aos restantes, prejudica a construção, por ocasionar um estreitamento progressivo e muito sensível dos canais para as regiões mais próximas do veio, facilitando as obstruções da roda por corpos estranhos.

Para evitar essa diminuïção, desloca-se o ponto de convergência das velocidades relativas sôbre a linha de acção dos W_{2m} W_{2m}, para a direita, *fig. 14*, até à proximidade ou mesmo à coïncidência com o pé da perpendi-

(¹) Valor médio da velocidade absoluta de saída para o caudal máximo ,da qual $C_{m2m\,max}$ é a projecção meridiana, ou num plano axial.

(¹) Ressalva-se o caso de qualquer alteração imposta ainda à sua orientação pelo estudo gráfico da entrada da água na roda.

(¹) C^2_ρ representa, portanto, a percentagem da altura total que, deduzidos os atritos, se encontra sob a forma de pressão no intervalo entre o distribuïdor e a roda.

cular baixada da origem do diagrama sôbre aquela linha.

Dêste modo, a orientação das pás, nos cortes segundo as superfícies de revolução dos filêtes de água, aproxima-se da direcção radial (perfil a traço cheio) à medida que se consideram pontos mais recolhidos da aresta de juzante, e a largura dos canais na região de saída uniformiza-se.

Mas, além desta, há ainda outra vantagem. O ângulo β_2 aumenta, como se disse, para os pontos mais próximos do veio e não diminui sensìvelmente para os mais afastados, vindo a favorecer dêste modo a redução do desenvolvimento circular das turbinas parciais superiores sem prejudicar o das restantes, e facilita a colocação da aresta de saída num plano axial — o que simplifica consideràvelmente a construção da roda.

Como resumo do que se deixa expôsto, conclui-se que, fixada uma posição ao ponto médio, ficam implicitamente definidas para todos os outros pontos da aresta de saída as velocidades relativas, cujas origens coïncidem com os vértices dos vectores

$$u_{2x} = u_{2m} \frac{D_{2x}}{D_{2m}} \qquad u_{2y} = u_{2m} \frac{D_{2y}}{D_{2m}}$$

e cujas grandezas são dadas pelas relações:

$$W_{2x}^2 = W_{2m}^2 + u_{2x}^2 - u_{2m}^2 \qquad W_{2y}^2 = W_{2m}^2 + u_{2y}^2 - u_{2m}^2$$

sendo a direcção determinada pela regra acima exposta.

Os diagramas parciais, assim obtidos, dão os valores das velocidades meridianas de saída C_{m2x} e C_{m2y}, para a posição arbitrada ao ponto M.

Esta posição será a verdadeira se os vários C_{m2xy}, assim determinados, como semi-somas dessas velocidades, para as sucessivas turbinas parciais, admitirem como valor médio a grandeza $C_{m2m\,max.}$, ou, o que é o mesmo, se a soma dos caudais elementares

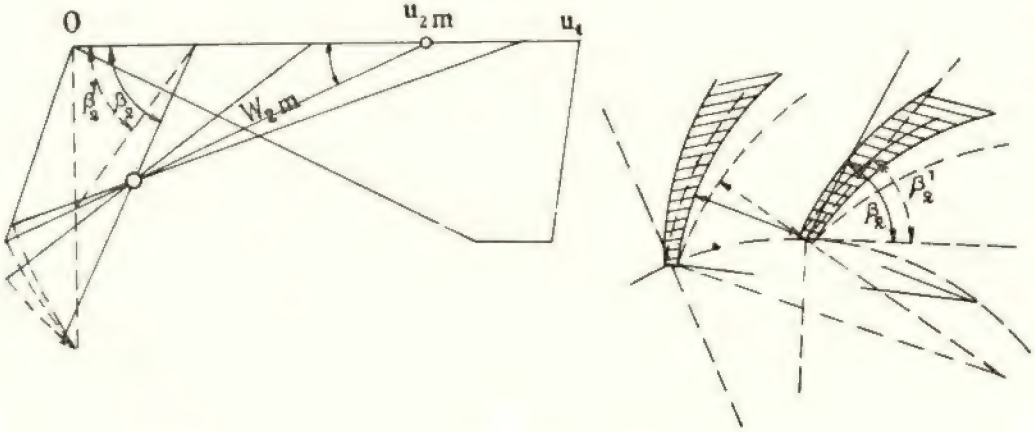


Fig. 14

fôr igual ao caudal máximo que serviu, na expressão 2, para o cálculo daquela grandeza — pelo que se deverá verificar a condição

$$Q_{max.} = \Sigma\, \pi\, D_{2xy}\, b_{2xy}\, C_{m2xy} \sqrt{2\,h\,H}\, \frac{t_2 - \triangle_2}{t_2} \quad (3)$$

Esta concordância não se consegue, em geral, à primeira tentativa, e então pode proceder-se do modo seguinte, que se expõe, exemplificando, para melhor evidenciar as correcções.

Tendo fixado ao ponto médio, com intencional exagêro, uma posição M' muito para fora da posição rigorosa que se pretende conhecer, *fig. 15*, sucede que o ponto p' de cruzamento das velocidades relativas W_{2a}, W_{2b}..., cujas origens são invariáveis, visto que se não altera a posição dos pontos a, b... sôbre a aresta de saída, fica por demais afastada da origem O do diagrama, e as distâncias dos vértices daquelas velocidades à recta dos u u, que medem as grandezas de C_{m2a}, C_{m2b}..., virão exageradas.

A última equação dará nestas condições um caudal superior ao da turbina, e pela relação *(2)* calcula-se um novo valor médio $C_{m2m\,max.}$ maior que o verdadeiro.

Introduzindo no digrama esta nova velocidade meridiana, acha-se, sôbre o lugar geométrico dos vértices das velocidades relativas, um ponto que unido com a intersecção p' daquelas velocidades permite determinar

sôbre a recta dos $u\ u$ uma nova posição M'' do ponto médio, da qual se parte para uma segunda tentativa.

Tiram-se do diagrama os valores de u''_{2m} e $W''_{2m\ max.}$, diferentes dos anteriores, que servirão para o cálculo das novas velocidades W_{2a}, W_{2b} ....

O ponto p'' de cruzamento destas velocidades encontra-se agora mais próximo da origem do diagrama que no caso anterior, e os novos C_{m2a}, C_{m2b} ... virão, portanto, menores, dando a expressão (3) para o caudal, e a expressão (2) para $C_{m2m\ max.}$ valores mais próximos dos verdadeiros.

Imprime-se dêste modo ao ponto médio, mas duma forma segura e regular, um deslocamento que o aproxima sucessivamente da posição rigorosa, à qual se chega, em geral, depois de duas ou três tentativas, muito excepcionalmente quatro.

A seqüência das tentativas realiza por esta forma — *gràficamente* — uma combinação de movimentos que tem certa analogia com a dos sistemas mecânicos de regulação

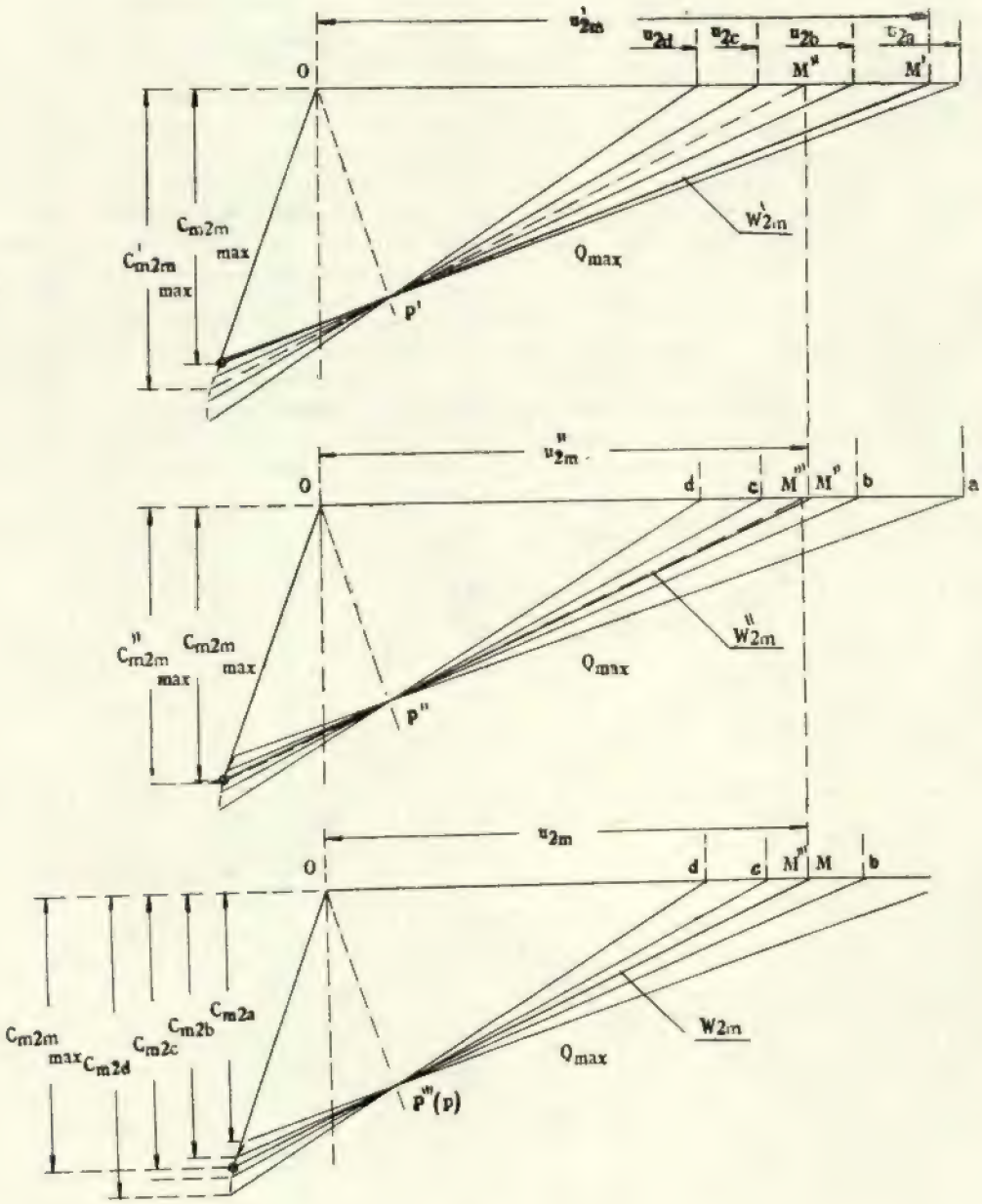


Fig. 15

com *asservissement de três pontos* — que são neste caso o ponto M sôbre a recta dos u u, o ponto de cruzamento das velocidades relativas W_2 e o vértice de $C_{2m\,max}$.

Obtido assim o definitivo diagrama médio de saída para o caudal máximo, divide-se a altura b_o dos canais à entrada da roda em segmentos $b_{o,1}$, b_{o2},... proporcionais aos termos do somatório da expressão (3), que representam os caudais escoados pelas sucessivas turbinas parciais.

Os pontos obtidos e os pontos *a*, *b*,... *da* aresta de saída constituem as únicas referências para o traçado das linhas divisórias, que se faz, em seguida, por simples estimativa, atendendo, no esbôço de cada linha, à regular distribuïção das curvaturas, e no conjunto das linhas, à gradual transição de forma e de distância entre elas.

Todo êste traçado fica sujeito a ulteriores correcções que só o estudo detalhado da forma empenada das superfícies das pás pode indicar. Para isso é necessário completar o diagrama, *fig 16*, o que se faz pelos processos habituais, passando ao estudo do caudal normal e outros caudais, e, por fim, ao estudo das condições de escoamento à entrada da roda.

O diagrama completo permite determinar a curva do rendimento, e fornece ainda os elementos necessários para o estudo do segundo órgão essencial da turbina — o distribuidor.

Entre o método de cálculo e acêrto dos diagramas que acaba de se expôr e o método habitual, há diferenças fundamentais que importa agora descriminar.

Em primeiro lugar, naquele método, a velocidade meridiana da água à saída da roda é calculada por uma equação que intervem directamente nas tentativas a fazer para o referido acêrto.

Depois, não é necessário proceder à divisão do caudal em parcelas rigorosamente iguais pelas várias turbinas elementares, deslocando, um por um, como no processo habitual, os pontos da aresta de saída pôr onde passam os filêtes divisórios dessas turbinas.

Êste trabalho, já de si aturado e fastidioso, tem sobretudo o inconveniente de ficar sujeito à contingência de ser dado por inútil, quando, ao fim, se procura a concordância entre o débito parcelar e a última turbina que se ensaia. Só então é possível verificar se a posição arbitrada ao ponto médio é na verdade uma posição admissível.

Por último, as tentativas não se efectuam por simples obediência ao sentimento, mais ou menos incerto, das variações a introduzir:

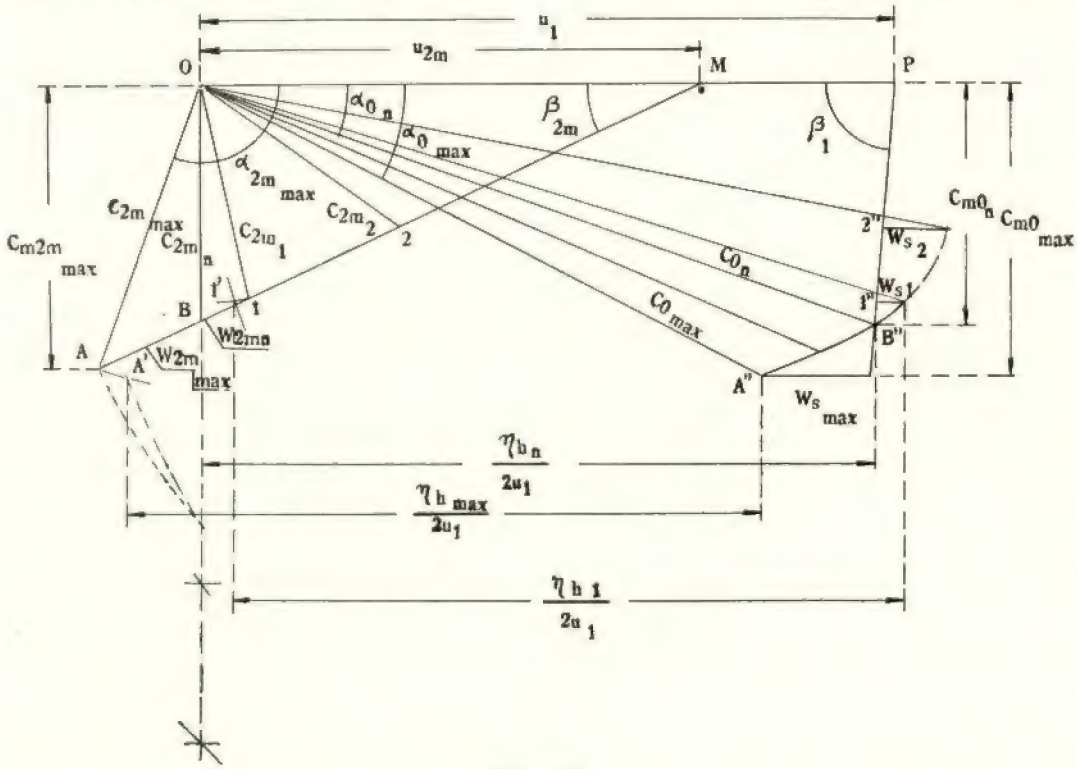


Fig. 16

obedecem a prescrições que lhes assinalam um caminho metódico e que não só contribuem para as limitar em número, como ainda as orientam.

* * *

Terminamos esta ligeira notícia, regressando ao domínio das considerações gerais feitas a princípio.

Como se vê pelo que então se deixou dito, existe de certo modo uma relação entre as concepções construtivas que formam a evolução das turbinas e o aspecto económico que preside à sua aplicação.

Essa relação, note-se, nem sempre se verifica com rigor, mas apenas dum modo aproximado; mesmo porque nestas questões técnico-económicas intervêem muitos e variados factores.

Mas o que dum modo geral se pode afirmar é que, de início, a técnica (não contando com os tempos históricos de Fourneyron — o inventor da turbina, de Jonval e de Girard) solicitada naturalmente pelos casos de aproveitamento mais singelo e de melhor garantia económica, como são, por via de regra, os de média altura, e médios caudais, responde a essa solicitação com as primeiras rodas do sistema Francis, que logo evolucionam, obedecendo à imposição de aproveitar alturas sucessivamente menores, para darem os tipos de configuração mais larga e os mistos de transição.

Segue-se depois um tempo, relativamente extenso, em que o problema se mantem nêste pé. Não se fazia sentir ainda, pròpriamente, a conveniência de aproveitar as quedas mínimas de maiores caudais, e não se encontrou desde logo, conseqüentemente, a devida solução para êsses casos.

Escasseando, porém, sucessivamente, as quedas médias, foi necessário encarar o problema com a decisão de o resolver. E é neste passo, que Dubs e Kaplan, entre outros, colhendo da experiência novos elementos e tirando dêles as justas e oportunas conclusões, promovem essa brilhante transformação de que resultaram, respectivamente, as soluções hélico-mixta e hélico-axial que, juntamente com a roda Pelton, resolvem por completo o problema das quedas.

Em Portugal, está-se em pleno período Francis. Mas não só aí. Está-se também ainda na florescência serôdia da veneranda roda hidráulica, pela qual se mantem um culto de superstição que nada faz abalar no seu heróico destino.

Mas a roda hidráulica tem uma indiscutível virtude. A-pesar de aproveitar a hulha branca ao rítmo duma idade em que já não há senão cabelos da mesma côr, tem uma nascença portuguesa.

Nasce velha — é certo, mas o seu berço é nacional. Pertence à mesma terra em que, depois, vem a receber o baptismo da corrente. O que deve constituír suma contrariedade para aqueles que, conseguindo libertar-se dêsse culto de antigüidades de museu, proclamam ,todavia, com ares de triunfo e muito sentenciosamente, que não há razão alguma para que neste campo, como em tantos outros, o estrangeiro não continue a pensar por nossa conta...

Eng. MANUEL P. R. DA COSTA DE BARROS
1.º Assistente do I. S. T.

ERRATAS — A nota da pag. 450 refere-se à grandeza $C_{mo_{max.}}$ a meio da 2.ª coluna da pag. anterior.
As notas da 1.ª coluna da pag. 451 referem-se às chamadas do princípio e do fim da 1.ª coluna da pag. 450.

Aspectos da electrificação de Portugal

Conferência realisada pelo Ex.mo Sr. Eng. Ferreira Dias, Professor do I. S. T. em Março de 1932, a convite da Universidade Técnica

Convidado a tratar, nesta série de conferências promovidas pela Universidade Técnica de Lisboa, de assunto de relêvo na economia de Portugal, propuz-me vir mostrar-vos alguns aspectos da electrificação do nosso território.

É ingrata a minha missão. Viesse eu falar-vos de estradas ou portos, de escolas e de iletrados, de conservas ou de vinho do Porto, e ninguém teria dúvidas sôbre o valor nacional do tema versado; poderia a conferência ser mediocre por míngua do autor, nanja pela inferioridade do assunto. Mas falar de electrificação e querer dar-lhe cabimento entre os lugares de primazia é ainda ousado atrevimento no geral consenso da nossa terra; a electricidade não tem ainda entre nós foros de assunto nacional, de pro-

blema de primeira plana, para me permitir tomá-la como argumento desta palestra.

Não tem mas deve tê-lo: eis o que pretendo mostrar-vos.

É certo que nos últimos quatro anos se tem esboçado em prol da electrificação, como benefício de ordem colectiva, um movimento que, se não tem sido inteiramente frutuoso, pode ao menos arrogar-se o triunfo de ter feito nascer o problema.

Mas têm sido poucos os apóstolos, e, mesmo muitos que fôssem, não lhes era lícito pretender enraízar uma doutrina sem a submeterem à cadência lentíssima do tempo.

Rêde Eléctrica Nacional, quedas de água, carvões nacionais, electrificação rural, são expressões que já andam no ouvido de tôda a gente; mas andam ainda mais como toada dum estribilho do que como elementos harmònicamente enlaçados dum problema de fomento — factor da melhoria económica da terra e da melhoria social da grei.

A fama dos problemas é como a fama das pessoas: depende mais, quási sempre, dos estranhos do que dos próprios. Mas se as pessoas beneficiam por vezes do elogio próprio ou do elogio mútuo, os problemas coitados, sem outra forma de rèclame além do seu valor intrínseco que nem todos sabem apreciar, precisam de quem fale por êles para se fazerem valer. É por isso que venho falar pela Electricidade.

*

* *

Impõe-se, antes de tudo, dar resposta a uma pregunta lógica: porque apareceu só agora o problema da electricidade a querer emparelhar-se com os clássicos problemas, aceites *nemine discrepante* como problemas nacionais, como são, por exemplo, os que interessam às comunicações e ao comércio externo?

A resposta é fácil.

Se folhearmos o mais elementar compêndio de História Antiga, encontraremos invariàvelmente afirmações como estas:

> No seu território, a oeste da Síria, entre o Líbano e o Mediterrâneo, os fenícios acumulavam-se em cidades junto ao mar que eram outros tantos portos donde saíam numerosos navios...
>
> A cidade de Tiro tornou-se o maior empório comercial do seu tempo...
>
> Cartago, admirável pôrto de mar, centro do comércio da África com a Europa e a Ásia...
>
> Durante o alto império romano desenvolveram-se extraordinàriamente a indústria e o comércio graças à facilidade de comunicações; por tôda a parte surgiram estradas, pontes, aquedutos, canais...

Enraïzada na tradição de inúmeras gerações, a necessidade colectiva dos portos, das estradas, da expansão do comércio, entrou no número das coisas que já se não discutem.

Vejamos a electricidade.

Data de 600 anos antes de Jesus Cristo o conhecimento de que o âmbar friccionado adquire a propriedade de atrair corpos leves: há 2.500 anos que a electricidade nasceu para o conhecimento humano.

Mas durante muitos séculos se manteve infecunda a descoberta, e umas vagas doutrinas sôbre Electrostática foi tudo quanto deram as idades da História antiga, média e moderna.

A Electricidade industrial é criação exclusiva dos últimos 100 anos: nasceu com o conhecimento da indução eléctro-magnética que Faraday descobriu em 1831 e cujo centenário Londres festejou com ufania em Setembro do ano passado, fortaleceu-se em 1870 com os enrolamentos fechados, aplicados por Gramme às máquinas de corrente contínua, e consolidou-se em nossos dias com a expansão que é ocioso referir.

A primeira linha de tracção eléctrica com carácter industrial foi estabelecida em 1881 em Lichterfeld próximo de Berlim e o exemplo estendeu-se ràpidamente a partir de 1890 a inúmeras linhas urbanas e sub-urbanas; a expansão das linhas de transporte de energia a alta tensão só começou a fazer-se em 1894 com os progressos do transformador.

A Electricidade industrial é jóvem, e não parece, por isso, que possamos inferir que os nossos antepassados usaram para com ela de menos consideração por não terem feito linhas eléctricas ao mesmo tempo e com a mesma intenção com que faziam estradas: cada um faz o que sabe e não é a mais obrigado.

Eis a razão simplíssima porque a Electricidade só aparece agora a reclamar a atenção das classes que pensam.

E porque aparece? Porque duas razões a forçam a aparecer.

Peguemos, por exemplo, no volume que, sob o título «Journées de l'Électricité Industrielle» inclui os n.os 5 a 10 do Boletim da Associação das Centrais Eléctricas Industriais da Bélgica (ano de 1931).

Não falemos no exemplo admirável de actividade e organização que se aspira na-

quelas 150 páginas; fixemo-nos apenas na comunicação apresentada pelo general Emile Mathieu, engenheiro electrotécnico que foi chefe dos serviços técnicos do Alto Comissariado Belga nos territórios renanos, e que tem por título *A concentração no domínio da produção da electricidade no estrangeiro.*

Depois de se referir ao estado da produção da energia eléctrica antes do grande conflito mundial, acrescenta o autor (pág. 71):

> Celui-ci, par la création de besoins spécialisés, ne tarda pas à provoquer le développement intensif de cette production. Mais l'impulsion ne produisit tout son effet qu'aprés l'armistice: la rupture du front économique déclencha une concurrence effrénée à la conquête des marchés mondiaux, et chaque nation concentra ses efforts à perfectionner l'équipement électrique qui devenait un élément de plus en plus important de l'armature économique.

De facto foi depois da guerra que na Europa, como na América, o estabelecimento das linhas eléctricas de transporte e de rêdes de distribuïção atingiu posições nunca previstas. As centrais isoladas, quando as havia, eram, até essa data, a forma mais corrente da produção da energia eléctrica, e esta era distribuïda quási exclusivamente nos grandes aglomerados urbanos ou industriais. Raras linhas de alta tensão existiam há 15 ou 20 anos, e hoje, as rêdes eléctricas em quási tôda a Europa e América do Norte formam um labirinto indestrinçável. E tão acelerada se mostra a cadência dêste crescimento que as linhas eléctricas já não respeitam fronteiras; o trânsito internacional da energia faz-se já hoje em larga escala nos países da Europa Central, e na 2.ª Conferência Mundial da Energia, reünida em Berlim há dois anos, o engenheiro Oliven apresentou um projecto de super-rêde europeia a 400.000 volts, estendendo-se de leste a oeste desde os confins do Mar Negro até Lisboa e de norte a sul desde a Escandinávia até aos Balkans!

Ante esta conquista do mundo pela electricidade num quarto de século, Portugal precisa pôr-se em dia, para mostrar, ao menos, que se manifesta nele uma ressonância desta evolução universal — ressonância até hoje tão frouxa que quási parece que nem há vibração!

A segunda razão que assiste à Electricidade para se fazer lembrar é de ordem interna: ela tem a pretensão fundamentada de se julgar útil, de se julgar mesmo indispensável na actual modalidade da evolução económica e social do mundo e de Portugal, e encontra entre nós, na sua situação presente, indícios duma desorientação que desejaria ver subtituida por uma harmonia bem ordenada e bem compreendida.

Está explicado porque motivo surge agora em Portugal o problema da electricidade; vamos tentar esboçá-lo no resumido tempo duma palestra.

*
* *

A situação presente da electricidade portuguesa é tão mesquinha que quási confrange falar nela e, sobretudo, pô-la em confronto com outras mais afortunadas.

Analisemos-lhe sumàriamente estas quatro características: a nacionalidade, a produção, a distribuïção e o consumo.

Quanto a nacionalidade, a electricidade portuguesa é estrangeira. Atinge 2/3 a fracção da nossa energia eléctrica gerada por via térmica — o que quási importa dizer que a compramos em óleos ou carvões. Pagamos igualmente em bom dinheiro de contado a gasolina dos automóveis, o carvão dos combóios e grande parte dos combustíveis para a fôrça motriz industrial não electrificada que orça por 95.000 cavalos.

Resulta esta situação da falta de recursos? Não, felizmente.

Temos recursos hidráulicos, se não óptimos como os alpinos ou os escandinavios, pelo menos bons. Temos recursos térmicos que, se não são em geral, nem bons nem abundantes, são pelo menos muito aproveitáveis porque a técnica dos geradores de vapôr já hoje não tem dificuldades em utilizar industrialmente em boas condições tudo quanto possa arder.

A central da Carris do Porto utiliza exclusivamente o pior carvão que se pode imaginar — os resíduos das minas de S. Pedro da Cova — e, contudo, os eléctricos andam.

E é interessante referir um caso muito recente para dar ideia do desapêgo, do desinterêsse com que o público ainda hoje olha para as tentativas de nacionalização da energia eléctrica.

Por uma deficiência de ventilação, os resíduos queimados na central da Carris do Porto produziam quantidade apreciável de cinzas que arrastadas para a atmosfera sujavam as casas da visinhança e desagradavam, como é natural, aos respectivos inquilinos.

Êstes resolveram, por intermédio da Junta de Freguesia, pedir aos poderes públicos que na central se adoptassem dispositivos

que captassem as poeiras — o que é perfeitamente legítimo e digno de ser atendido.

Mas na sua representação, irada e não facunda, os cidadãos da freguesia de Massarelos não protestam directamente contra as poeiras; acusam rudemente a Companhia Carris da infâmia sem nome de querer queimar chisto em vez de carvão!

Talvez se vissem as barcaças do Douro atracar ao cais pejadas de carvão inglês e soubessem da paralização das minas nacionais, não sentissem revolta bastante para protestar com tanta eloqüência!

Confrange esta falta de sentimento consciente do bem nacional! Mas prossigamos.

Quanto à produção da nossa energia eléctrica estamos também mal. Temos cêrca de 200.000 kW instalados, repartidos por quási 400 centrais — não contando as de petência inferior a 25 kW. Destas 400 instalações só 20 têm mais de 1.000 kW, entre serviços públicos e privados. As outras, poeira sem valor duma produção fragmentada, com uma potência média de 120 kW, são simples *casas de máquinas* dando energia cara e má, com um trabalho intermitente, incapazes de manter um fornecimento regular, e impotentes, por maioria de razão, para fomentar o consumo. Todos sabem a escassa utilidade que hoje tem a energia eléctrica na maioria das terras em que já existe com a fama de grande melhoramento.

Esta produção dispersa, inconcebìvelmente dividida e individualizada, representa o estado mais primitivo que a electrificação dum país é susceptível de apresentar: estamos na idade da pedra lascada em grande parte do nosso território, e na restante parte nem lá chegámos ainda porque temos regiões mais vírgens de electricidade — excluida a atmosférica, bem entendido — do que, certas florestas tropicais onde, segundo é voz corrente, «a mão do homem nunca pôs o pé».

E o quadro triste desta dispersão ainda se agrava se atendermos a que naquelas 400 centrais se não incluem as instalações de fôrça motriz não electrificada — sistema mais rudimentar ainda, se possível — nova pulverização por onde se repartem 95.000 cavalos.

Quanto à distribuìção, se não podemos dizer que temos muito mau, podemos, pelo menos, afirmar que temos muito pouco.

Somam uns escassos 2.500 km. as linhas de alta tensão acima de 2.000 volts, incluindo traçados aéreos e subterrâneos. Pertencem essas linhas quási exclusivamente a 5 empresas distribuidoras, assim repartidas a começar pelo norte:

1.ª — União Eléctrica Portuguesa e Electra del Lima. Transportam e distribuem a energia das suas centrais de Lindoso e Freixo (Porto) por uma linha a 75.000 volts Lindoso-Pôrto, (brevemente a elevar para 130 kV), por uma linha a 60.000 volts Porto-Coimbra e por uma rêde bastante extensa a 15.000 volts, especialmente nos distritos de Braga, Porto, Aveiro e Coimbra.

2.ª — Hidro-Eléctrica do Varosa. Transporta e distribui a energia das suas centrais de Varosa (Lamego) e Caniços (Famalicão) por uma linha a 60.000 volts Varosa-Caniços-Porto e por rêdes a 5.000 e 15.000 volts nas visinhanças da Régua e Lamego, na região do Ave (Santo Tirso, Guimarãis, Famalicão, Vila do Conde), nas cercanias do Porto e para o sul desta cidade até Espinho.

3.ª — Hidro-Eléctrica da Serra da Estrêla. Transporta e distribui a energia das suas centrais da Senhora do Destêrro e Ponte de Jugais (Ceia) por linhas a 40.000, 12.000 e 6.000 volts na região serrana (Ceia, Gouveia, Covilhã, Canas de Senhorim, etc.).

4.ª — Hidro-Eléctrica Alto Alentejo. Transporta e distribui a energia das suas centrais da Póvoa e Bruceira (Niza) por linhas a 30.000 e 6.000 volts no Alto Alentejo (Portalegre, Crato, Castelo de Vide) na região de Abrantes e do Entroncamento e um pouco para o sul dêste até Chamusca.

5.ª — Companhias Reünidas Gás e Electricidade. Transportam e distribuem a energia da sua central Tejo por uma linha a 30.000 volts Lisboa-Santarém e por linhas a 10.000 e 3.000 volts em Lisboa e visinhanças (Oeiras, Cascais, Sintra, Loures).

Além dêstes 5 distribuìdores de maior vulto, algumas outras empresas (uma meia dúzia) possuem linhas de alta tensão de mais limitado valor regional; mas, apesar disso, só uma reduzidíssima extensão dos nossos 89.000 km.² possui hoje o benefício de rêdes públicas de distribuïção a alta tensão, e estas mesmo com densidade quási sempre bastante fraca.

Daqui resulta o estado primitivo do nosso sistema produtor e a sua incapacidade para um serviço proveitoso.

Importa porém não cair no êrro de supôr que a nossa situação se modifica se começarmos a construir grandes centrais; é indispensável centralizar a produção em meia dúzia de núcleos capazes dum fornecimento vantajoso, mas essa evolução tem que ser precedida duma extensão de linhas que colectem o consumo e duma política de tarifas e de propaganda que o desenvolvam.

Finalmente, é quanto ao consumo que a nossa situação se manifesta mais angustiosa.

Foi de 260 milhões de kWh a produção

de energia eléctrica em Portugal, em 1930, na totalidade dos serviços públicos e particulares. Correspondeu-lhe um consumo, deduzidas as perdas de transporte e transformação, de 224 milhões, número que representa uma capitação inferior a 40 kWh por habitante.

Se dêste consumo total considerarmos apenas os 170 milhões que correspondem às rêdes públicas, para melhor estabelecermos o paralelo com os números de alguns países estrangeiros que só a estas se referem, encontraremos o consumo específico de 30 kWh anuais.

E se reünirmos num quadro os consumos específicos da energia fornecida por rêdes públicas em alguns países, em números redondos, encontraremos para nós a miserável situação que a seguir se apresenta:

Países	Consumo específico médio kWh/hab.
Suíssa	1.000
Estados Unidos	800
Alemanha	450
Belgica	400
Inglaterra	350
França	300
Itália	260
Espanha	120
Portugal	30

Os números apontados para os países estrangeiros referem-se a dados estatísticos de 1927, inferiores aos actuais, o que mais agrava a nossa insignificância. É certo que não ocuparíamos o último lugar se agrupássemos por ordem decrescente de consumo todos os países do mundo; mas a comparação com os que nos estão abaixo nem nos serve de incentivo nem deve servir-nos de consolação.

É muito irregular a distribuição do consumo médio por habitante da energia fornecida por rêdes públicas nos diversos distritos do continente. Só os 7 que a seguir se indicam tiveram em 1930 êsse consumo médio superior a 10 kWh:

Distritos	Consumo específico médio kWh/hab.
Lisboa	104
Porto	70
Braga	25
Vizeu	21
Coimbra	13
Santarem	11
Castelo Branco	10

São êstes precisamente os distritos em que, como vimos, existem em quantidade apreciável as linhas de transporte e distribuïção; os restantes 11 alinham para baixo dos 10 kWh/hab. até ao mínimo incrível de 2,7 em Bragança.

Mesmo que somemos ao consumo das rêdes públicas o das instalações de serviço particular não conseguimos uma melhoria sensível de situação; a média do país sobe para 40, como dissemos, e os distritos de maior consumo passam a ser os indicados no quadro seguinte:

Distritos	Consumo específico médio kWh/hab.
Lisboa	120
Porto	89
Setúbal	60
Leiria	39
Braga	37
Vizeu	22
Coimbra	16

Até mesmo Lisboa e Porto, os nossos grandes centros consumidores estão abaixo da média geral de Espanha!

Numa entrevista recente dada a um jornal espanhol, o engenheiro Sanches Cuervo, director da *Camara Oficial de Productores y Distribuidores de Electricidad* do país visinho e professor da *Escuela de Ingenieros de Caminos*, dizia com aquela adjectivação pitoresca que caracteriza quási sempre os espanhois:

> «...el consumo de energia eléctrica há sido siempre uno de los indices más diáfanos de la prosperidad de un país».

Por desgraça nossa, a respeito de diafaneidade, o nosso indice é absolutamente opaco para todas as radiações! Não há consumo nos usos domésticos, não o há na indústria e muito menos na agricultura!

* * *

É êste o pé em que nos encontramos. Saber porque chegámos a esta situação, com uma indústria escassa e com um povo inculto, sem aspirações legítimas e sem as necessidades mais comezinhas que a civilização traz consigo, é assunto que economistas têm discutido e que de momento nos não interessa. Analisemos apenas, aceites as coisas tais como são, qual é a cadência em que está marchando a electrificação da nossa terra.

Andou à roda de 10 % o crescimento anual do nosso consumo nos três anos 1927-30 — únicos de que há estatística. Se um crescimento de 10 % pode considerar-se como óptimo num país de electrificação profusa em que há a esperar uma próxima saturação do mercado, o mesmo não pode dizer-se dum país de consumo rarefeito como o nosso. Na situação de atraso em que nos encontramos 10 % é a estagnação.

Mas nem mesmo com êsse gradiante podemos contar com segurança; a estatística de 1931, em organização, acusa em relação a 1930 um aumento que não deve ultrapassar 2 %; é o indício inexorável do enfraquecimento universal de todas as actividades.

O alargamento das rêdes é também lentíssimo: poucas centenas de km. por ano de linhas de alta tensão. A multiplicação destas é rodeada, da parte das empresas, de todas as cautelas; são exploradas as zonas de mais valioso consumo onde a exploração é lucrativa ou é de presumir que seja, e ficam ao abandono extensões sem fim, coisa como mais de 3/4 da nossa superfície, onde não é possível, pelo menos de momento, uma electrificação remuneradora sob a forma de um dividendo que satisfaça o acionista.

Com esta marcha não vamos longe.

Em face dos números baixíssimos que apresentámos é de prever que as iniciativas privadas se não afoitem a um cometimento que lhes dá poucas garantias de bom êxito financeiro. Mesmo nas zonas mais desenvolvidas, onde já consegue viver a indústria da distribuïção eléctrica, é constante a lamúria das empresas pela fraca utilização das suas instalações e dos seus capitais e, mesmo assim, as mais das vezes, com tarifas incomportáveis para os usos industriais e domésticos e, com maioria de razão, para os usos agrícolas.

Acusam-se com freqüência os poderes públicos por se não oporem à política de tarifas altas que os distribuïdores seguem ou procuram seguir.

A acusação não tem fundamento dentro da organização presente, porque esta é que é má; não é possível regular tarifas com papéis escritos no Terreiro do Paço e publicados no Diário do Govêrno. Por um lado, é justo reconhecer, se não tôda, pelo menos alguma legitimidade às lamentações das empresas pela rarefação do consumo; basta ler a estatística e conhecer a nossa terra.

Por outro lado, as disposições sôbre tarifas que se incluem sempre nos cadernos de encargos das concessões, não podem ir além da fixação dum *maximum maximorum*, deixando livre à emprêsa a sua política de tarifas abaixo dêsse limite. A energia eléctrica não pode vender-se indistintamente a um tanto por unidade como quem vende artigos ao balcão duma loja. O fim a que se destina a energia, a ponta absorvida, o factor da utilização, o horário, o factor de potência — todos êstes elementos influem numa tarifa racionalmente estabelecida fazendo-a variar dentro de larguíssimos limites.

A tarifação da energia eléctrica, o estudo da influência de todos êstes factores, ocupa milhares de páginas de livros e revistas; a complexidade do assunto e a diversidade das circunstâncias não permitem que a lei dê ordens taxativas sôbre o valor das tarifas nem toleram que o caderno de encargos fixe normas mais apertadas que o valor duma tarifa máxima talhada com largueza.

Mas as concessões que o Estado dá limitam-se às linhas destinadas a transportar e distribuir a energia eléctrica em alta tensão; as distribuïções de baixa tensão, aquelas que andam mais em contacto com a população, são da competência dos municípios. Êstes, dentro das atribuïções que a lei lhes faculta, ou concedem à indústria privada as rêdes de baixa ou exploram directamente êsses serviços na sincera intenção de que prestam aos municipes um serviço relevante

Não discutamos se o nível da cultura da nossa população nos permite inferir que seja grande medida conceder às três centenas de Câmaras Municipais que há por êsse país fora, competência para pontificarem sôbre a electrificação dos seus concelhos, ainda mesmo com as restrições que a lei impõe. Não relatemos os casos, tristes ou pitorescos a que esta excessiva descentralização tem dado lugar; mostremos apenas alguns aspectos da desorientação geral.

Variam desde alguns tostões até mais de 4 escudos os preços da energia para iluminação: primeiro indício dum desiquilíbrio que não se justifica.

Mas a prova mais flagrante da falta de orientação dos municípios no problema da electrificação ressalta dêste caso freqüente. Uma Câmara outorga uma concessão: autoriza ao concessionário tarifas astronómicas tanto para luz como para fôrça motriz; dá-lhe até, por vezes, um subsídio para a montagem da rêde e, depois de fazer isto para a zona urbanizada do concelho onde a distribuïção é mais favorável, dirige ao Govêrno um lacrimoso pedido para que estenda a obra de fomento à electrificação rural do seu concelho porque a agricultura e as pequenas indústrias regionais necessitam de energia profusa e barata.

Estas solicitações dos municípios, feitas depois da assinatura dum contrato que os amarra por 20 ou 30 anos ao quási monopólio dum concessionário que, com as suas tarifas, se limita a dar luz à gente civilizada da terra, seriam um argumento de comédia se tudo isto se não passasse dentro da nossa fronteira.

Mas há mais. Eu acredito na sinceridade das Câmaras quando, ao darem uma concessão ou ao municipalizarem os serviços de electricidade, afirmam que o fazem sem intuito de lucro. Mas o certo é que nenhuma delas foge ao abusivo costume de exigir do explorador da rêde eléctrica o fornecimento gratuïto da iluminação pública, quer êle seja um concessionário ou um serviço municipalizado.

A Câmara de Lisboa recebe gratuïtamente 1,5 milhões de kWh; os Serviços Municipalizados do Porto obsequeiam anualmente a Câmara com mais de 2.000 contos de iluminação pública; e, por todo o resto do país, a coisa mantem-se na mesma proporção ou com maior agravo, porque a relação do consumo público para o privado cresce consideràvelmente nas terras pequenas.

Não se chama a isto obter lucro da exploração eléctrica?

Se preferem, podemos dar-lhe outro nome. Quem paga êstes encargos é, em última análise, o consumidor, e bem poderemos dizer que as tarifas da electricidade são, entre nós, um imposto municipal.

Antes de terem electricidade, as Câmaras tinham no seu orçamento a verba para iluminação; dada a concessão ou municipalizados os serviços, melhoraram a luz e cortaram a verba porque um grupo de cidadãos passou a pagar um novo imposto: os consumidores de energia eléctrica.

Protestam ainda as Câmaras freqüentes vezes contra a taxa que o Estado cobra das instalações eléctricas consumidoras como sendo um encargo que atraza a expansão do consumo. Diga-se de passagem que essa taxa é injusta porque não tem similar em nenhum outro género de instalações; mas às Câmaras é bem aplicado o rifão de estarem a ver argueiro no ôlho do visinho e não darem pela tranca que têm no próprio.

Seria uma boa medida tirar ao mesmo tempo a tranca e o argueiro.

Como amostra característica, basta-nos recordar alguns trechos duma entrevista que o administrador dum concelho deu a um jornal de Lisboa, há uns três meses:

> — Afastamos a ideia da municipalização para enveredarmos pelo caminho da concessão. Abrimos novo concurso que continha, entre outras condições, a exigência ao concessionário de 5.000 kWh por ano para a iluminação pública, realizando-se desta maneira uma grande economia.
>
> .....
>
> .....
>
> — Se falharem todos os acôrdos, que pensa a Câmara fazer?
>
> — Toma vulto a iniciativa da organização duma grande emprêsa de que a Câmara seria a principal accionista, para explorar uma central térmica a óleos pesados. Ficaria completamente assegurada a iluminação pública e particular.
>
> .....
>
> .....
>
> — Não tem mais nada a dizer-me?
>
> — Desejava apenas acentuar que qualquer que seja o contrato futuro e com quem quer que seja, terá em vista servir o melhor possível os consumidores.
>
> — Então, boa luz?
>
> — Boa e por um preço mínimo.

Que estilo castiço! Que padrão fidelíssimo do pensamento electrificador dos municípios portugueses!

Exigem energia de graça às empresas distribuidoras, impõem-lhes, por vezes, a substituição das lâmpadas e a conservação dos candieiros públicos e, se estas não acedem, constroem a central térmica, embalados no canto da sereia do motor a óleo, sem muitas vezes pensarem bem nos encargos que vão contrair. Monta-se uma central que não trabalha de dia, que não fomenta o consumo porque não pode alimentar a fôrça motriz, importam-se mais umas máquinas, mais uns tambores de óleo e cresce a pulverização e a impotência do nosso sistema produtor.

É triste mas é assim. Sem um programa nacional de electrificação, pioramos em vez de melhorar. Casos dêstes são às dúzias, e as Câmaras Municipais soberanas na matéria e sem uma doutrina forte que lhes seja imposta, sentem-se ufanas por julgarem com tôda a sinceridade, como no caso presente, que descobriram a pólvora com a montagem do motor a óleo. Mas a culpa não é das Câmaras; mesmo com êstes desvarios, fazem muitas vezes o melhor que as circunstâncias lhes permitem fazer.

E ainda se fôssem só as Câmaras a pensar

assim! Mas quantas empresas particulares e quantos organismos do próprio Estado deliram a fazer disparates no gáudio desta anarquia eléctrica! E há tantos que são de palmatória!

E, por seu lado, os grandes distribuidores, contando com a impunidade, abusam sempre que podem, nas suas posições de monopólio de facto!

Como há em Portugal tanta coisa que vem de França, seja-me permitido referir o que estabelece sôbre o assunto a legislação francesa.

Têm as comunas em França competência legal para dar concessões de distribuição eléctrica em condições análogas às nossas Câmaras Municipais.

Mas a lei de 15 de Junho de 1906 cujo texto ainda hoje vigora em grande parte, diz no seu art.º 9.º:

> «Art.º 9 — L'acte de concession ne peut imposer au concessionnaire une charge pécuniaire autre que les redevances prévues au paragraphe 7 de l'article 18, ni attribuer à l'État ou à la commune des avantages particuliers autres que les prix réduits d'abonnements qui seraient accordés aux services publics pour des fournitures équivalentes.

Como se tivessem suscitado dúvidas sôbre a interpretação dêste texto, o *Conseil d'État* numa nota com data de 1 de Março de 1923, esclarece:

> Si l'article 9 de la loi du 15 Juin 1906 dispose que l'acte de concession ne peut imposer au concessionaire une charge pécuniaire autre que les redevances pour occupation du domaine public, ni attribuer à l'État ou à la comune des avantages particuliers autres que les prix réduits d'abonnement accordés aux services publics, la jurisprudence administrative est fixée en ce sens que ce texte a simplement voulu prohiber les avantages gratuits que le concédant se ferait accorder par son concessionaire, sans contrepartie consentie à ce dernier et qu'il n'a point entendu défendre les avantages particuliers que par un contrat commutatif, une commune, par exemple, obtiendrait de son concessionnaire en compensation de ceux qu'elle lui reconnaitrait.

Recentemente, na circular do Ministro das Obras Públicas de 17 de Janeiro de 1928, dirigida aos Prefeitos de todos os departamentos juntamente com os novos cadernos de encargos-tipo para as concessões de distribuïção de energia eléctrica hoje em vigôr, faz-se referência, a propósito do art.º 5.º dêsses cadernos, ao art.º 9.º da lei de 1906 e à sua interpretação, relembrando a proïbição, à entidade concedente, de receber quaisquer benefícios do concessionário sem a correspondente contra-partida — exceptuando o desconto sôbre a tarifa máxima consentido para os serviços públicos.

*
* *

Conta-se, talvez por gracejo, que um nosso antigo Ministro das Obras Públicas definia os trabalhos a executar pelo seu ministério como «obras especialmente de terra e feitas à superfície».

Esta definição graciosa tem, pelo menos, tanto valor como graça. Lê-se nela, claramente, uma alusão às estradas, aos portos, às pontes, aos canais — uma remeniscência atávica das obras públicas dos fenícios e dos romanos.

Mas êstes já faziam mais que o troglodita primitivo que não sabia o que eram estradas nem sabia a utilidade que tinham, e nós devemos fazer mais que os romanos para quem era letra morta esta electricidade que nos alumia.

É necessário alargar a definição de obras públicas nascida na antiguidade clássica; entraram nela sem esfôrço os caminhos de ferro, os telégrafos, os telefones e precisa entrar agora a energia eléctrica. Urge conceder a esta, afoitamente, a designação de grande obra pública sem apêgo a velhas concepções do dever do Estado, já fora de moda.

A electricidade é hoje a fonte de todas as actividades; uma linha eléctrica não é uma propriedade particular mas uma via pública de transporte de energia que não serve um indivíduo mas a colectividade.

Assim o entendem os Estados de todos os países cultos cuja intervenção mais ou menos profunda neste problema seria impossível referir neste momento.

O nosso próprio govêrno tem anunciado a intenção de intervir nele e consignou êsse propósito no decreto n.º 20.225 de 17 de Agôsto de 1931, contudo, ainda hoje não está definida a forma dessa intervenção.

Ante o quadro triste da electrificação actual, impõe-se a orientação superior do Es-

tado e a intervenção financeira do Erário para afastarem os espectros da desordem e da pobreza — as duas sombras que entristecem hoje a electricidade lusitana.

De resto, o fácies económico do mundo evoluciona sem cessar e a função do Estado tem de adaptar-se a êle, alargando cada vez mais a sua intervenção em tôdas as manifestações da actividade.

Não se trata, evidentemente, do Estado industrial, do Estado negociante de secos e molhados, numa mesquinha e odiosa concorrência às actividades privadas; trata-se do Estado a tentar despertar essas mesmas actividades.

A nossa electrificação é rudimentar, a nossa marcha lenta, as nossas tarifas altas. Além disso, a nossa civilização está atrasada, o nível da nossa educação é baixo. Não gostamos de o ouvir quando os estrangeiros no-lo dizem mas é forçoso reconhecer-lhes razão. Basta uma volta de automóvel por uma estrada da Alemanha ou da Inglaterra, atravez de populações rurais, para nos causar tristeza o confronto que instintivamente estabelecemos.

O contacto com a electricidade é um elemento indiscutível de progresso, e a intervenção estadual visa à melhoria das populações levando a electricidade onde ela nunca chegaria na sua marcha normal e procurando sistemàticamente embaratecê-la porque só a electricidade muito barata pode ser de alguma valia como elemento renovador na pouca abastança da vida portuguesa.

Construir linhas por onde silenciosamente caminham a luz, a fôrça o confôrto, a civilização é, pelo menos, tão nacional, tão útil, tão benemerente, como construir estradas, que algumas vezes só servem para recreio de passeantes.

Fomentar o consumo, incitando a criação de organismos locais de carácter cooperativo, com a colaboração dos municípios e dos organismos económicos, integrados numa ideia una de nacionalismo para o alargamento das rêdes de média e baixa tensão, no caminho da electrificação proveitosa e ordenada, não é só uma obra útil, é simultaneamente uma obra linda — e as coisas lindas também têm seu valor, até mesmo nos grandes problemas de Estado.

É contudo difícil e tem que ser lenta por mais depressa que se queira andar. O problema não mete só máquinas e fios; mete também homens, e o menos filósofo dos homens custa mais a conduzir que a mais complicada das máquinas.

Quanto custa a electrificação? preguntam às vezes os paladinos das obras públicas de terra com receio de abrir falência ao Erário.

Não sei. São susceptíveis de ser orçadas as grande obras de carácter geral. Está feita uma estimativa: 5 centenas de milhares de contos, incluindo juros intercalares, exploração e conservação, a gastar em 15 a 20 anos.

Mas as obras regionais de electrificação não tem previsão possível porque é impossível definir o que é uma electrificação completa. Nunca ninguém pretendeu saber o que é e quanto custa uma rêde completa de estradas.

Uma rêde de estradas ou uma rêde eléctrica são seres em permanente evolução; nunca estão completos, e a função de quem as administra não está em procurar saber o que é preciso gastar, mas em aplicar bem aquilo que se puder dispender.

É por isso que se devem olhar com reserva todas as estimativas que se proponham traduzir com fidelidade despesas que ninguém sabe definir.

O menos que pode acontecer aos números que se apresentem com requintes de rigôr, é caírem no ridículo de lhes ser aplicável a frase de Laplace: Pode ser que esteja certa a 4.ª casa dècimal mas está errado com certeza o algarismo das unidades.

Pretendo ter esboçado, com o pormenor permitido numa palestra, o panorama da electrificação de Portugal.

Apresentei-o com tristeza mas não com desalento; e o azedume que por vezes não reprimo não é tanto a acusação do passado como a fé inabalável no futuro.

Mas se a análise do presente é, sem dúvida, proveitosa, o estudo do que urge fazer é de bem maior valia; criar doutrina nova é o complemento lógico do ataque a uma doutrina velha.

Existem alguns esboços de organizações futuras, mas o multiplo e intrincado pormenor de tão vasta obra está quási completamente por fazer.

De resto tal trabalho não tem sido possível a ninguém isoladamente porque êle ultrapassa o campo restrito da técnica e invade a economia e até mesmo a política. Só da conjugação dêstes três sectores pode sair uma obra fecunda; e eu exorto os estudiosos à meditação desta matéria para que possa nascer vigorosa e sã a ordem nova que nos faça esquecer a desordem definhante da electricidade portuguesa.